



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Bogotá, Colombia

Año: 2019

Vol. 2

pp. 1-112

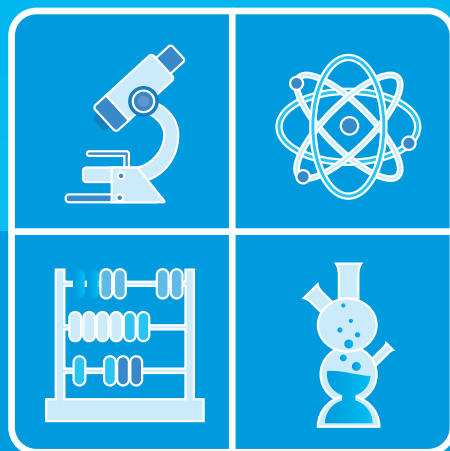
ISSN impreso: 2590-7026

ISSN electrónico: 2590-7018

Encuentro de Ciencias Básicas

Retos frente a la deserción

2





UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Encuentro de Ciencias Básicas

Retos frente a la deserción

2

Bogotá, Colombia

Año: 2019

Vol. 2

pp. 1-112

ISSN impreso: 2590-7026

ISSN electrónico: 2590-7018

ISSN: 2590-7026 (impreso)

ISSN: 2590-7018 (en línea)

Bogotá, D. C., Colombia

Dirección editorial

Stella Valbuena García

Coordinación Editorial

María Paula Godoy Casasbuenas

Corrección de estilo

Viviana Zuluaga Zuluaga

Diseño y diagramación

Andrés Mauricio Enciso Betancourt

Impresión

XPRESS

ESTUDIO GRÁFICO Y DIGITAL S. A. S.

Bogotá, D. C.

DEPÓSITO LEGAL

Esta publicación está autorizada por una Licencia de Atribución Creative Commons de Reconocimiento-No Comercial 3.0.

El editor y los autores son responsables de los artículos publicados.

Editor

Fredy Ramón Garay-Garay

Comité Científico

Francisco Alejandro Sánchez Acero

Giovanni Martínez López

Rubén Darío Castañeda Barbosa

Blanca Susana Mejía Vélez

Nelly Yureima Martínez

Departamento de Ciencias Básicas

Diag. 46A N.º 15B-10

Bogotá, D. C.

cienciasbasicas@ucatolica.edu.co

Editorial

Universidad Católica de Colombia

Av. Caracas N.º 46-72 piso 5

Bogotá, D. C.

editorial@ucatolica.edu.co

www.ucatolica.edu.co

Contenido

Prólogo	5
<i>Fredy Ramón Garay-Garay</i>	
Acompañamiento, una propuesta de evaluación formativa	7
Accompanying, a proposal for a formative evaluation	
<i>Susana Mejía Vélez, Liliana Osorio Jaramillo</i>	
Un ejercicio de modelación matemática, aplicando los conceptos del álgebra lineal con estudiantes de la Facultad de Ingeniería y el programa de Economía de la Universidad Católica de Colombia	15
An exercise in mathematical modeling, applying the concepts of linear algebra with students of the faculty of engineering and economics	
<i>J. Fredy Morales García, J. Manuel Currea Urcua</i>	
En busca de la relación entre ciencias básicas y deserción en la educación superior colombiana	26
In search of a relationship between basic sciences and desertion in Colombia higher education	
<i>José Alberto Rodríguez Ortiz</i>	
Experiencia de transición aritmética-álgebra con estudiantes de primer semestre de la Universidad Católica de Colombia	40
Arithmetic- Algebra transition.Experience with first semester students	
<i>Nidia Sirley Castro Albarracín, Adrián Velasco Rojas</i>	
Experiencias de aprendizaje en proyectos de aula: una estrategia para la retención universitaria	49
Learning experience in classroom project: a strategy for the university retention	
<i>Jenny Rebolledo Mórelo, Rocío Barras González</i>	
MOEBIUS: hacia una didáctica de la transición enseñanza media superior-universidad	58
MOEBIUS: towards a didactics of the transition higher secondary education-university	
<i>Anabel Fleitas, Marina Míguez</i>	

Formulación de una estrategia para la enseñanza del concepto de la derivada a partir de los conocimientos previos y su impacto en la disminución de la deserción escolar Formulating a teaching strategy for the concept of derivative based on previous knowledge and its impact on the student desertion decline <i>Rubén Darío Castañeda B.</i>	66
La indagación en proyectos transversales como estrategia pedagógica en la mediación entre la educación media y la universitaria Inquiry in transverse projects as a teaching strategy in mediation between school and university education <i>Antonio Ríos</i>	74
La tutoría: factor que motiva el rendimiento académico en estudiantes en la transición colegio-universidad Tutoring: a contributing factor in motivating student academic performance in the transition between high school and university <i>Lida Rubiela Fonseca Gómez, José Luis Ariza, Pedro Alfonso Mariño Beltrán</i>	80
Curso de acogida para estudiantes neotomasinos de la División de Ingenierías, fundamentado en el razonamiento, el pensamiento lógico-matemático y el trabajo colaborativo Reception course for Neo-tomasinos students of the Engineering division, based on reasoning, logical-mathematical thinking and collaborative work <i>Yazmin Adriana Gómez Clavijo, Nini Johana Fiallo Rendón</i>	83
Propuesta interinstitucional de acompañamiento académico a partir del diseño e implementación de pruebas diagnósticas Interinstitutional proposal for academic tutoring based on the design and implementing of diagnostic tests <i>Wilson Pico Sánchez, Francisco Niño Rojas, Margarita Rosa Rendón Fernández, Nelly Yureima Martínez Camacho, Laura Amelia López Hernández, Fredy Ramón Garay-Garay</i>	90
Representaciones del movimiento parabólico para niveles diferenciados de educación media a superior Representations of the parabolic movement for differentiated levels of middle to higher education <i>Germán Aníbal Méndez Merchán</i>	102

Pensar en la deserción —en adelante abandono— universitaria conlleva contemplar un espectro de factores que inciden en la misma, de los cuales se destacan condiciones académicas previas, el factor económico —concluyente en la continuidad o no de los estudios superiores—; aspectos sociales, culturales y familiares que influyen en la escogencia del programa; el sentido de pertenencia frente a la institución en la cual se va a formar el estudiante, y otros tantos, que permiten afirmar que la deserción en educación superior no se debe solo a la pérdida de las asignaturas pertenecientes a las ciencias básicas.

Es por esto que en su segunda versión el Encuentro de Ciencias Básicas centró sus esfuerzos en evidenciar los hechos que inciden en la transición colegio-universidad, como un elemento determinante en el abandono. Este tópico fue resultado del primer encuentro, donde los profesores-investigadores cuestionaron los esfuerzos que hacen las universidades, los cuales se enfocan en solucionar problemáticas asociadas con la formación secundaria. Por tanto, se hizo imperante indagar sobre qué se está haciendo para estudiar, analizar y estructurar propuestas metodológicas que faciliten un tránsito menos complejo para los estudiantes que dejaron su colegio aún siendo niños y los recibe la universidad como adultos.

Así pues, estas memorias se convierten en un insumo de gran valor para las universidades y los colegios que se estén cuestionando sobre sus procesos de formación, donde no solo se preocupen por el carácter propedéutico de la misma, sino también se repiense la importancia de la preparación para la vida universitaria, o qué metodologías son las más asertivas para la recepción de los estudiantes de los primeros semestres universitarios, que son, evidentemente, la población más vulnerable al fenómeno de abandono de la educación superior.

El lector encontrará los resultados de investigación que apuntan hacia una didáctica de la transición enseñanza media-universidad. Freitas y Míguez al respecto presentan una investigación que plantea posibles soluciones al problema del abandono, que caracterizan como *puerta giratoria*.

También hallará trabajos en áreas como la matemática o la física, que buscan establecer puentes académicos entre los dos niveles de formación. O la estrategia de tutorías en los primeros semestres de formación universitaria como una forma de acompañamiento académico para el logro de la aprobación de las asignaturas universitarias. Los proyectos transversales y los proyectos de aula, como intervenciones pedagógicas que procuran la contextualización de los contenidos programáticos y que resuelven el interrogante de ¿y esto para qué me sirve?, entre otros aspectos socializados y discutidos en este segundo encuentro.

Invito al lector a explorar, ahondar y retroalimentar su ejercicio docente y de investigación en educación, desde los resultados de las investigaciones aquí presentadas, que faciliten una transformación asertiva frente a los procesos de formación tanto en los colegios como en las universidades, que respondan más a las demandas particulares de nuestros estudiantes, centrando esfuerzos no solo en lo académico, sino también en los demás factores mencionados al comienzo de este prólogo. Para, de esta manera, garantizar más y mejores profesionales, capaces de cambiar sus dinámicas personales, familiares, sociales, regionales, nacionales e internacionales, toda vez que este fenómeno no es local ni particular, y nuestra obligación como educadores e investigadores en educación es vigilar por que cada vez más personas puedan acceder –y concluir con éxito– a la educación superior, convirtiéndose en profesionales que transforman y trascienden el mundo de hoy.

Fredy Ramón Garay-Garay
Editor

Acompañamiento, una propuesta de evaluación formativa

Susana Mejía Vélez*, Liliana Osorio Jaramillo**

Resumen

Este trabajo comienza con una revisión de las implicaciones y los alcances de la propuesta evaluativa que la Universidad Católica de Colombia hace en el documento de su modelo pedagógico. Presenta una reflexión en torno a las actividades desarrolladas por las facultades y los departamentos de la institución como respuesta a lo previsto en tal documento, evidenciando en qué grado lo hacen de modo efectivo. Finalmente, describe la experiencia de acompañamiento y seguimiento, en términos de evaluación formativa, en una asignatura de Estadística. Además de la metodología empleada, se incluyen los alcances y las limitaciones de su aplicación. Entre los primeros sobresalen la mejora en el desempeño de los estudiantes y el logro de una mayor autorregulación con respecto a su proceso, lo cual contribuye a la disminución de la mortalidad académica y la deserción. Entre las limitaciones de la estrategia se refieren la dificultad para su apropiada implementación con grupos de un número alto de estudiantes y la poca cantidad de tiempo para realizar un acompañamiento permanente.

Palabras clave: evaluación, evaluación formativa, aprendizaje, autorregulación, proalimentación.

* Universidad Católica de Colombia. bsmejia@ucatolica.edu.co

** Universidad Católica de Colombia. lrosorio@ucatolica.edu.co

Accompanying, a proposal for a formative evaluation

Abstract

This work begins by reviewing implications and achievements of the evaluation proposal made by Universidad Católica de Colombia's Pedagogical Model document. Secondly, it presents a reflection about activities developed by faculties and departments at the institution, as a response to the contents of such document, showing their effectiveness level. Finally, it describes the experience of monitoring and following, in terms of formative evaluation, in a Statistics course. Besides methodology, achievements and limitations in its implementation are included. Among the achievements, improvement of students' performance and attainment of higher self-regulation in their own process stand out, which helps to decrease academic desertion and failure. Among the limitations of the strategy, difficulties for its implementation in large groups of students and restrictions of time to offer a permanent monitoring are mentioned.

Keywords: evaluation, formative evaluation, learning, self-regulation, feed-forward.

Introducción

El modelo educativo que tradicionalmente ha caracterizado a la educación superior supone la existencia de un docente que actúa como depositario del conocimiento y es a su vez, evaluador de los procesos desarrollados por el estudiante, asignando notas que se constituyen en certificación del aprendizaje logrado. Dicha evaluación generalmente sumativa, se lleva a cabo al final del proceso (o en momentos específicos previamente determinados) para verificar lo aprendido hasta ese momento. Por su parte, los estudiantes si bien son los protagonistas del acto educativo, suelen ser receptores pasivos, que pocas veces cuestionan y que simplemente se ajustan a las exigencias, estilos o requisitos de las diferentes asignaturas.

Sin embargo, los procesos de internacionalización, la flexibilidad curricular, el sistema de créditos académicos, el intercambio estudiantil y los cambios en los últimos años en la educación, han derivado en una transformación de los modelos educativos, con especial impacto en la evaluación de los aprendizajes, donde

se reclama por el uso de nuevas estrategias que contribuyan a mejorar el proceso de aprendizaje y a la consecución de los objetivos de formación.

Transitar hacia un modelo de evaluación formativa requiere un cambio en el rol de cada uno de los actores implicados. El estudiante además de continuar siendo el sujeto evaluado pasa a convertirse en evaluador no solo de su proceso sino del de sus pares, incorporando mecanismos de autoevaluación y coevaluación, sin dejar de lado la heteroevaluación. Los docentes centran su atención más en el proceso que en el resultado, son más flexibles, reflexivos y creativos.

Evaluación formativa

El modelo pedagógico de la Universidad Católica de Colombia (2016, p. 16) en cuanto a la evaluación de los aprendizajes plantea que se

[...] privilegia la evaluación formativa, la cual “considera los objetivos o las metas de aprendizaje o los indicadores de desempeño de las competencias, reconoce que el aprendizaje significativo ocurre en un continuo, en una serie de fases que dan cuenta de una complejidad y profundidad progresiva (Díaz y Hernández, 1998) y atiende a la importancia advertida por el socioconstructivismo de formular los grados de desarrollo que tiene una competencia (Díaz-Barriga, 2011).

Esta propuesta presume un docente evaluador que es a la vez tutor del estudiante, privilegiando su participación activa en el proceso, es más una “evaluación orientada al aprendizaje” (Carless, Joughin y Mok, 2006, citados en Ibarra, Rodríguez y Gómez, 2012, p. 5); donde se establece una continua interacción docente-discente a través de la retroalimentación y proalimentación para la mejora del desempeño. El profesor es el encargado de diseñar la secuencia didáctica y los pasos, y de determinar los resultados de cada evento educativo para alcanzar el objetivo, asumiendo un papel de facilitador del aprendizaje. La evaluación se convierte por sí misma en una estrategia de aprendizaje y adquiere un carácter informativo y motivador (Brookhar, 2009, citado en Martínez, 2012).

La participación de los estudiantes en la evaluación alienta el desarrollo de la capacidad de análisis, el pensamiento crítico, la emisión de juicios valorativos y la toma de decisiones y contribuye al despliegue de la capacidad para la evaluación futura de su desempeño laboral y profesional, como vía para la detección

de necesidades de aprendizaje específicas asociadas a un mejor desempeño y desarrollo (Brodie e Irving, 2007; Fitzpatrick, 2006, citados en Gil-Flores, 2012).

La evaluación además de formar personas que aceptan la crítica concebida a partir de la proalimentación, debe estimular la autocrítica mediante un aprendizaje y reflexión intensos y continuos. Para Amaranti (2010) la retroalimentación es un elemento para promover el aprendizaje. Con la retroalimentación y proalimentación, el estudiante evalúa su proceso contribuyendo así a la llamada autorregulación del aprendizaje. La proalimentación corresponde a aquellos comentarios positivos o negativos sobre el trabajo del otro que aportan para alcanzar una meta propuesta.

Otro componente de la evaluación formativa es la autorregulación del aprendizaje, la cual implica autonomía. En este sentido Monereo y Badía, citados en Mena, Golbach, Rodríguez, Abraham y Fernández (2015) afirman que

[...] “las estrategias de autorregulación que utilizan los estudiantes pueden influir de forma adecuada sobre su rendimiento académico”. Porque es el estudiante autorregulado el que, de forma intencional y proactiva, define y decide su camino para aprender a aprender. Las características principales que lo definen son la automotivación y la autoplanificación (p. 2).

De acuerdo con el nuevo modelo pedagógico de la Universidad Católica de Colombia, en lo que respecta a la evaluación, se privilegia la implementación de estrategias de evaluación formativa, de manera que se subsanen las debilidades que en materia de aprendizaje registran los estudiantes.

En respuesta a dicho modelo, la Universidad llevó a cabo en el primer semestre del 2017 un taller con la participación de todas las facultades y departamentos de la Universidad que tenía como propósito identificar prácticas evaluativas que correspondieran con los supuestos de la evaluación formativa. El resultado de tal ejercicio evidencia un reconocimiento de que la evaluación tiene como objeto el seguimiento de los aprendizajes a fin de garantizar la formación personal y profesional, y es a su vez útil para la retroalimentación del currículo, el diseño y desarrollo de las asignaturas en un proceso de mejoramiento continuo. El componente formativo tiene que ver con el diálogo permanente con los estudiantes para que en una práctica de juicio reflexivo, identifiquen sus logros, dificultades y las posibilidades de mejoramiento.

Si bien la evaluación formativa coexiste con la sumativa, se entiende que comporta un nuevo rol de los estudiantes donde además de la tradicional heteroevaluación se incluye la autoevaluación y la coevaluación.

En cuanto a las estrategias de evaluación presentes en la Universidad, se indica una variedad de actividades, tales como: evaluación diagnóstica, evaluación escrita (exámenes, cuestionarios breves y parciales), evaluación oral, análisis de casos, talleres, elaboración de documentos (ensayos, informes y reseñas), ejercicios en clase, prácticas de laboratorio, salidas de campo, ejercicios de simulación, réplicas de investigación, debates, desarrollo de guías, portafolios, bitácoras, rúbricas y trabajo y evaluación en grupo.

Como se aprecia, se mezclan actividades de evaluación tradicional con algunas propias de la evaluación por competencias, pero en todo caso no pasa de ser un listado de acciones que no garantiza la concurrencia de los componentes fundamentales de la evaluación formativa, la cual más que un qué es un cómo.

Un componente presentado por algunas de las unidades académicas que más se acerca a lo previsto en la evaluación formativa son las tutorías, que se constituyen en una forma de acompañamiento y asesoría individual. No obstante, desde el 2016, en la asignatura Estadística Descriptiva y Correlacional Paramétrica y no Paramétrica del Departamento de Ciencias Básicas es una estrategia de evaluación formativa para acompañar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Descripción de la estrategia

La asignatura Estadística Descriptiva y Correlacional Paramétrica y no Paramétrica se ofrece a los estudiantes del pregrado en Psicología. En la misma los alumnos trabajan grupalmente en la realización de una réplica ajustada de una investigación, con datos recolectados mediante encuesta, allí deben aplicar todos los temas y procesos vistos en la materia. Con el fin de acompañarlos en la ejecución de su proyecto, históricamente se han dado distintas formas de evaluación. No obstante, en muchos casos no se obtenían los resultados esperados en el aprendizaje por lo que en el año 2016 se formuló e implementó una nueva propuesta de seguimiento y acompañamiento que se describe a continuación:

La primera gran diferencia de la propuesta con un trabajo tradicional grupal es que cada estudiante debe entregar periódicamente los aportes y avances

realizados de manera individual. Por ejemplo, si uno de los temas es tablas de frecuencia, cada estudiante debe elegir al menos una variable y presentar al docente la tabla correspondiente. Para efectuar el acompañamiento individual, se cuenta con un formato de evaluación formativa en el que se registran los avances de cada discente, allí se incluyen las correcciones, recomendaciones y aclaraciones hechas por el profesor en cada encuentro de acompañamiento al educando.

Una vez el estudiante conoce sus deficiencias (si las tiene) y la forma de corregirlas puede realizar los cambios necesarios y entregar de nuevo su avance. Si aún persisten errores, en otra reunión se hace la aclaración correspondiente tanto escrita como verbalmente. Este proceso de revisión se efectúa tantas veces como sea necesario, hasta que el tema quede asimilado y desarrollado (proceso de proalimentación). Una vez no hay más correcciones, el educador firma el formato como constancia de que el tema fue comprendido. Si los temas están encadenados, se recomienda al estudiante no presentar avances, hasta no tener total comprensión y dominio del conocimiento previo.

Al momento de hacer la entrega grupal, cada grupo estructura el trabajo completo incluyendo los aportes de cada uno de los integrantes, en el caso de que dos integrantes hayan elaborado por ejemplo la misma tabla de frecuencias, optarán por presentar la que consideren mejor elaborada. La calificación del grupo solo se dará a los estudiantes que realizaron y entregaron avances individuales. Durante el proceso toda la evaluación es cualitativa, resaltando lo que está bien hecho y dando las pautas para mejorar cuando hay errores. Únicamente se asigna una calificación cuantitativa al trabajo consolidado.

Fortalezas que se observan en la práctica

- Los estudiantes se comprometen con su proceso.
- Los grupos de estudiantes se conforman con mayor responsabilidad.
- Los estudiantes autoevalúan su proceso de aprendizaje, adquieren también la condición de evaluadores (Rodríguez, Ibarra, Gallego, Gómez y Quesada, 2012).
- Se aumenta la confianza del estudiante al ver que sí puede avanzar y alcanzar la meta, esto se debe al proceso de proalimentación.
- Los alumnos mejoran las calificaciones en las evaluaciones sumativas.
- El estudiante comienza a autorregularse (Hermosa, 2015).

- Disminuye la copia entre los estudiantes del grupo.
- Al interior de cada grupo se comienza a realizar el proceso de coevaluación.
- Los trabajos no se hacen a última hora.
- Los estudiantes garantizan buenas calificaciones en la entrega final.
- Las estrategias finales son más fáciles de evaluar.

Limitaciones de la estrategia

- No es sencilla de aplicar con grupos de estudiantes muy grandes, apreciación que apoya Casanova (1998).
- Exige tiempo y compromiso por parte del docente.
- Para algunos estudiantes es difícil adaptarse a la estrategia si tienden a procrastinar.

Referencias

- Amaranti, M. (2010). Concepciones y prácticas de retroalimentación de los profesores de lenguaje y comunicación de primer año de educación media. Investigación cualitativa con estudio de caso. Congreso Iberoamericano de Educación. Metas 2021. Buenos Aires.
- Casanova, A. (1998). *La evaluación educativa*. Ciudad de México: Biblioteca para la Actualización del Maestro, SEP-Muralla.
- Díaz-Barriga, Á. (2011). Competencias en educación. Corrientes de pensamiento e implicaciones para el currículo y el trabajo en el aula. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, II(5), 3-24.
- Gil-Flores, J. (2012). La evaluación del aprendizaje en la universidad según la experiencia de los estudiantes. *Estudios sobre Educación*, 22, 133-153.
- Hermoza, L. M. (2015). *La evaluación formativa-colaborativa para la construcción del aprendizaje en los alumnos de arte y diseño*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ibarra, M., Rodríguez, G. & Gómez, L. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, 359(septiembre-diciembre).
- Martínez, F. (2012). La evaluación formativa del aprendizaje en el aula en la bibliografía en inglés y francés. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54), 849-875.

- Mena, A., Golbach, M., Rodríguez, A., Abraham, G. & Fernández, A. (2015). Evaluación del uso de estrategias de estudio y aprendizaje en estudiantes de matemática en un contexto mediado por TIC. Tercera Jornada de TIC e Innovación en el Aula. Ciudad de México: Universidad Nacional de Tucumán.
- Rodríguez, G., Ibarra, M., Gallego, B., Gómez, M. & Quesada, V. (2012). La voz del estudiante en la evaluación del aprendizaje: un camino por recorrer en la universidad. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 18(2), 1-21.
- Universidad Católica de Colombia. (2016). *Modelo pedagógico*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Un ejercicio de modelación matemática, aplicando los conceptos del álgebra lineal con estudiantes de la Facultad de Ingeniería y el programa de Economía de la Universidad Católica de Colombia

J. Fredy Morales García*, J. Manuel Currea Urcua**

Resumen

En el aula de clase encontramos estudiantes de ingeniería y economía que no reconocen la importancia de las matemáticas, además, las innovaciones tecnológicas en vez de mediar el proceso de enseñanza-aprendizaje plantean un obstáculo en su uso. Por otro lado, el estudiar las matemáticas fuera de su contexto de aplicación sugiere un desafío mayor y muchas veces el docente parece estar más alejado de su quehacer y se convierte en un limitante del proceso de aprendizaje. Por lo anterior, en este trabajo presentamos modelos en etapa de implementación que centran el proceso en la modelación matemática y pueden concebirse como una herramienta didáctica para la enseñanza en la formación de ingenieros y economistas. Se busca que los resultados obtenidos brinden una base teórica que permita reevaluar los planes de estudio de estos cursos y aproximar a los estudiantes al conocimiento propio de su disciplina.

Palabras clave: modelación matemática, álgebra lineal, ingeniería, economía, enseñanza-aprendizaje.

* Universidad Católica de Colombia y Corporación Universitaria Minuto de Dios. jfmorales@ucatolica.edu.co, jfmorales@uniminuto.edu.co

** Universidad Católica de Colombia, Universidad Santo Tomás y Fundación Universitaria Konrad Lorenz. jmcurrea@ucatolica.edu.co, jeffersoncurrea@usantotomas.edu.co, jeffersonm.curreau@konradlorenz.edu.co

An exercise in mathematical modeling, applying the concepts of linear algebra with students of the faculty of engineering and economics

Abstract

In the classroom there are students of engineering and economics who do not recognize the importance of mathematics, in addition to technological innovations instead of mediating the teaching-learning process pose an obstacle in their use, on the other hand studying mathematics outside of their Application context poses a major obstacle, many times the teacher seems to be further away from his work and becomes a limiting factor in the learning process. Therefore, in this paper we present models in the implementation stage that focus the process on mathematical modeling and can be conceived as a didactic tool for teaching in the training of engineers and economists, it is sought that the results obtained provide a theoretical basis that allows to re-evaluate the curriculum of these courses and to approach the students to the knowledge of their discipline.

Keywords: mathematical modeling, linear algebra, engineering, teaching-learning.

Contexto institucional

Los proyectos de investigación que buscan desarrollar modelos novedosos para la enseñanza de las matemáticas, se respaldan en diferentes tipos de teorías que son inherentes a la didáctica de esta ciencia. De acuerdo con estas condiciones, consideramos pertinente pensar e implementar una propuesta que en términos metodológicos, modifique los métodos tradicionales que se utilizan para la enseñanza del álgebra lineal en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Católica de Colombia (UCdeC).

Con nuestra propuesta, pretendemos que la modelación matemática (MM) constituya un fundamento que ayude a reestructurar los Syllabus que en la actualidad soportan conceptualmente los cursos de álgebra lineal de la UCdeC. Entendiendo que la MM es un modelo de enseñanza revolucionario en nuestro contexto. Los resultados esperados implican reconocer a la MM como un instrumento eficaz que verdaderamente aproxima a los estudiantes de la UCdeC a los

objetos matemáticos que se estudian en las sesiones de clase, sin que aplique el no cumplimiento del Syllabus del curso. Es importante que las situaciones planteadas acerquen a los estudiantes a la mayor cantidad de aspectos disciplinares propios de su campo profesional.

Teniendo en cuenta las distintas posiciones que los profesores del Departamento de Ciencias Básicas de la UCdeC tienen en relación con la necesidad de modificar estructuralmente las prácticas profesionales y de enseñanza que hoy en día ejecuta la universidad, así como la consonancia de estas posturas respecto a las discusiones que posibilitaron las reuniones citadas por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (Acofi) durante el año 2006 y que a la postre fueron immortalizadas en el libro *El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación*, son definidas tres competencias que en esencia deben ser potenciadas durante los procesos formativos de los ingenieros en las universidades del país: (i) la capacidad para modelar fenómenos, (ii) la capacidad para que los futuros ingenieros de Colombia puedan resolver con eficiencia problemas a partir de la aplicación de su conocimiento de las ciencias naturales y la matemática y (iii) la excelente utilización del lenguaje simbólico, es decir, el tránsito entre los diferentes modelos de representación.

Las reflexiones y discusiones llevadas a cabo en los foros preparatorios y la XXVI Reunión Nacional, que contó con la participación de las facultades de ingeniería de las universidades colombianas y con invitados internacionales, condujeron al planteamiento de preguntas en torno a las competencias necesarias del ingeniero del 2020¹.

En el documento en mención, se concluye (entre otras cosas) que hay necesidad de revisar los currículos, de tal manera que la formación que los ingenieros tengan en cuanto a la matemática, sea sólida, ello, de la mano con el uso de las herramientas tecnológicas a las que hoy en día se tiene acceso.

Le apostamos a garantizar que la propuesta metodológica para la enseñanza del álgebra lineal aporte significativamente a la reformulación de los currículos con

1 Destacamos una postura que consideramos pertinente para nuestro objetivo: “no pierde actualidad la propuesta de incorporación de nuevos modelos pedagógicos centrados en el trabajo de los estudiantes, utilizando metodologías activas, de tal forma que se pueda intervenir en las decisiones que orienten una formación pertinente y efectiva. Se precisa una educación menos orientada a la información y más a la construcción de unos marcos conceptuales, con atributos como la fortaleza en ciencias básicas [...] (Quiroz y Castillo, 2007, p. 238).

los que ahora contamos, y que en últimas, aproxime a los ingenieros al perfil que Acofi proyecta para el 2020 en Colombia.

La modelación matemática concebida como una herramienta didáctica

La teoría sobre MM en América Latina y España es rica en contenido, cantidad y calidad. En un comienzo, al hacer la revisión bibliográfica en busca de la construcción de un marco teórico de referencia para nuestra propuesta, tuvimos posibilidad de estudiar a autores como Camarena (quien lidera el trabajo en MM en México) y Bassanezi, Biembengut y Hein, en Brasil. En Colombia, el Dr. Villa Ochoa así como la hace poco fundada Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática.

Tal revisión y estudio juicioso de los autores en mención nos permiten con total certeza entender la MM como *una herramienta didáctica*² para la enseñanza-aprendizaje de la matemática, que para efectos de nuestra investigación, asociamos y referimos a la enseñanza del álgebra lineal.

En palabras de Bassanezi y Biembengut la MM es el “método de enseñanza-aprendizaje que utiliza procesos de modelización en cursos regulares” (1997, p. 14). Para Camarena “la modelación matemática se concibe como el proceso cognitivo que se tiene que llevar a cabo para llegar a la construcción del modelo matemático de un evento u objeto del área del contexto” (2011, p. 7); por su parte, el investigador Villa reconoce la importancia de la MM y manifiesta que:

[...] la modelación matemática, vista como *proceso*, implica una serie de acciones o fases que hacen que la construcción o interpretación de un modelo no se efectúe de manera instantánea en el aula de clase; esas acciones o fases se conocen en la literatura como *ciclo de la modelación* (2009, p. 5).

2 Asumimos que una herramienta didáctica es un medio y tiene una intención, así la MM, afirma Biembengut y Hein, “puede representar un avance en la enseñanza de las matemáticas en clase, porque ésta deja de ser una mera transmisión de técnicas de resolución (del tipo: siga el modelo) y pasa a ser presentada como herramienta o estructura de otra área del conocimiento” (2004, p. 123).

Surgimiento de la propuesta

Terminando el tercer corte académico del segundo semestre del año 2016 (2016-II), fueron seleccionados varios grupos de estudiantes de los cursos de álgebra lineal de la Facultad de Ingeniería de la UCC, a los que se les pidió entregar como proyecto final un logotipo de las iniciales de su nombre en tres dimensiones³. Una de las condiciones de diseño del logotipo era el uso obligatorio de algún *software*⁴.

En el momento que los estudiantes hicieron entrega de sus productos finales y los profesores empezamos a evaluar los resultados obtenidos, se hicieron evidentes fuertes inconsistencias en un buen número de los aspectos vinculados con los conceptos y objetos matemáticos estudiados durante el periodo académico ordinario. Se debe aclarar que los alumnos seleccionados, así como aquellos que desarrollaron el curso con “normalidad”, permanentemente cuentan con una amplia franja de tutorías y atenciones en la modalidad virtual y presencial. Consideramos que las inconsistencias reportadas se deben en gran medida a la falta de oportunidad de los discentes para dar buena cuenta de la situación de modelación planteada a cada uno.

En este documento presentamos los avances asociados con los resultados obtenidos a la fecha. Somos conscientes de que los resultados que se alcanzaron son el soporte o punto de partida para replantear el proyecto de investigación.

Lo dicho, sustenta la necesidad de desarrollar una primera fase que llamamos “sensibilización de los estudiantes”, que se constituye en la génesis de nuestra propuesta metodológica.

Esta fase contempla cuatro modelos que, desde la perspectiva de los profesores que la implementaron, acercaron a los grupos de estudiantes escogidos a la MM. En este escenario Biembengut y Hein (1997) denominan a nuestra fase de sensibilización, “pre-modelación”. Este nombre, estructuralmente busca garantizar que se dé un desarrollo de varias estrategias dentro de las cuales estimamos relevantes aquellas que en la parcelación de nuestros cursos también son incluidas,

³ Véase Anexo 2.

⁴ Dentro del contenido programático que en la actualidad se desarrolla en la UCC, los estudiantes son formados en el uso del *software* GeoGebra. Esto hace que los profesores que imparten los cursos usen únicamente tal *software* para resolver tres laboratorios propuestos. Ocasionalmente, algunos docentes expanden el uso de GeoGebra para la resolución de problemas sugeridos dentro de las sesiones de clase.

como la socialización de los contenidos propios del curso, ello, partiendo de unos modelos conocidos, de tal manera que posteriormente se ejecuten proyectos establecidos por los profesores que dirigen los cursos. Lo que se pretende en esta etapa de pre-modelación es que los educandos al final del proceso, sean capaces de dar cuenta de los conceptos estudiados, mostrando ejemplos traídos de sus realidades profesionales particulares.

Propuesta metodológica de enseñanza-aprendizaje basada en modelación matemática

Como profesores universitarios, y con fundamento en nuestros años de experiencia en la enseñanza del álgebra lineal, somos conscientes de la necesidad imperante de formular, validar e institucionalizar nuevos modelos y métodos de enseñanza. Aceptamos la importancia que para ello tiene considerar los contextos profesionales de los estudiantes universitarios, de tal forma que tanto ingenieros como economistas sean capaces de reconocer en el estudio del álgebra lineal, algo más que un curso obligatorio de su ciclo de formación básica. Buscamos hacer que los profesionales en formación admitan y entiendan que el estudio de los conceptos contenidos en las parcelaciones y en los Syllabus de sus cursos, les son relevantes en todo su proceso formativo.

Sin embargo, sabemos que tal cambio no se da de un semestre al otro y que el camino del investigador cuenta con muchos más detractores que precursores; no obstante, con base en las experiencias de otros investigadores del mundo, juzgamos trascendental empezar a andar este camino.

La tabla 1 y los anexos de este documento ratifican los cuatro modelos que citamos líneas arriba. Estos anexos dan buena cuenta de que lo encontrado por Biembengut y Hein (1997), en lo que atañe a su implementación de MM, valida nuestra propuesta.

Tabla 1. Etapas de desarrollo del modelo y su respectiva asociación con las fases de la secuencia sugerida por Biembengut y Hein

Fases	Definición de las letras en \mathbb{R} ⁵ Vectorización ⁶ Definición del logo en GeoGebra ⁷ Construcción del sólido ⁸
Justificación del proceso	El proceso de inicio de cursos en la UCC plantea socializar el plan de estudios de las asignaturas, seguidamente se justifica y contextualiza la conveniencia de estudiar estos contenidos dentro de situaciones reales
Elección del tema⁹	El profesor guía la escogencia del tema a trabajar basado en los intereses de los estudiantes, asegurándose de que estos reconozcan el alcance y la aplicabilidad de los mismos; además de propender por ajustarse con suficiente “libertad y versatilidad” los contenidos programáticos con algún objeto que pudiera ser abordado y realizado en tiempo real
Desarrollo de contenido programático	En diferentes sesiones se abordan los conceptos necesarios para llevar a cabo el proyecto dentro del plan de estudios
Ejemplos análogos - fijación de conceptos	Con las sesiones previas al trabajo de construcción en MATLAB y GeoGebra, los estudiantes deben resolver situaciones en las cuales dado un modelo propuesto del libro deben contextualizar los conceptos matemáticos en los modelos dados ¹⁰

Continúa →

5 Véase Anexo 1.

6 Véase Anexo 2.

7 Véase Anexo 3.

8 Véase Anexo 4.

9 Como nuestros estudiantes no han sido formados en MM, en este primer “experimento” el tema fue elegido por los docentes, según las directrices del contenido programático, teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos previamente a lo largo del curso.

10 A modo de ejemplo, en el plan de estudios encontramos sesiones de clases dedicadas a revisar dominio, rango, inversa, intercepto con los ejes, máximos y mínimos e intervalos de crecimiento y decrecimiento, entonces se decidió plantear del modelo que el libro guía proporcionaba y previo a la explicación de los conceptos mencionados, se pidió plantear el modelo matemático que resuelve la situación, luego se realizó la gráfica en MATLAB y posteriormente, se interpretó y analizó a partir de esta, el significado de dichos conceptos en la situación real del problema; se hizo especial énfasis en la escritura de las respuestas no solo en notación matemática sino en frases con palabras propias que hicieran saber lo que significaban en el modelo real.

<p>Evaluación y convalidación de los resultados</p>	<p>Los resultados obtenidos se evalúan de la siguiente manera para cada uno de los grupos: primero se verifica que cada grupo tenga su objeto definido funcionalmente, después se comparan los resultados propios con los de otro grupo de compañeros. Por último, los estudiantes deben decidir cuál de los modelos está mejor desarrollado analizando las condiciones particulares de cada modelo. Específicamente verificar si los resultados alcanzados cumplen los contenidos programáticos, además, reconocer la aproximación a los objetos reales</p>
--	--

Fuente: sin datos.

Consideraciones finales

Con este trabajo queremos mostrar los avances y resultados de una primera etapa de sensibilización con docentes y estudiantes, es primordial resaltar que este espacio nos parece pertinente para abordar la importancia que tiene el uso de *software* (MATLAB y GeoGebra) en el desarrollo de la presente investigación. En este momento de la historia “la incorporación de las nuevas tecnologías electrónicas de la información y la comunicación, ya sea como una herramienta de trabajo, como apoyo en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje o como un medio por sí mismo” (Cabero, 2006, p. 168), median y regulan el proceso de enseñanza-aprendizaje. En nuestro caso, el objetivo es brindar herramientas al futuro ingeniero y economista para que se actualice en conocimiento y tecnologías modernas.

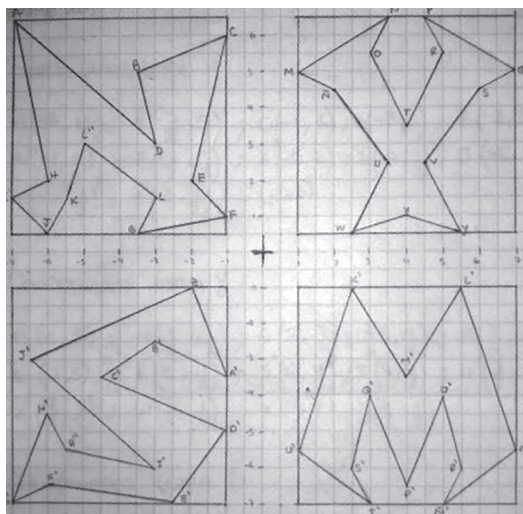
Estamos convencidos de que los modelos abordados fueron oportunos, ya que mantuvieron el interés de los estudiantes durante el tiempo de ejecución, además varios colegas que no forman parte de esta investigación, reconocieron su valor y manifestaron su deseo de vincularse (desde sus dominios disciplinares) al proyecto, para aportar de una manera eficaz al desarrollo de una propuesta metodológica para la enseñanza del álgebra lineal basada en la MM, para los programas de ingeniería y economía.

Referencias

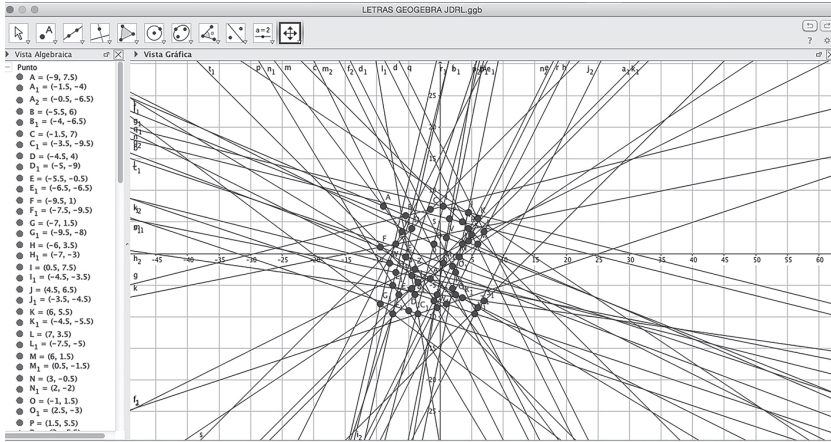
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. (2007). El ingeniero colombiano del año 2020. Retos para su formación. Recuperado de: <https://www.acofi.edu.co/>
- Bassanezi, R. C. & Biembengut, M. S. (1997). Modelación matemática: una antigua forma de investigación-un nuevo método de enseñanza. *Números Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 32, 13-25.
- Biembengut, M. S. & Hein, N. (1997). Modelo, modelación y modelaje: métodos de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=166725>
- Biembengut, M. S. & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16, 105-125. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/405/40516206.pdf>
- Camarena, P. (2011). La matemática en el contexto de las ciencias y la modelación. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/10568/10005>
- Villa, J. A. (2009). Modelación en educación matemática: una mirada desde los lineamientos y estándares curriculares colombianos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 27. Recuperado de: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/>

Anexos

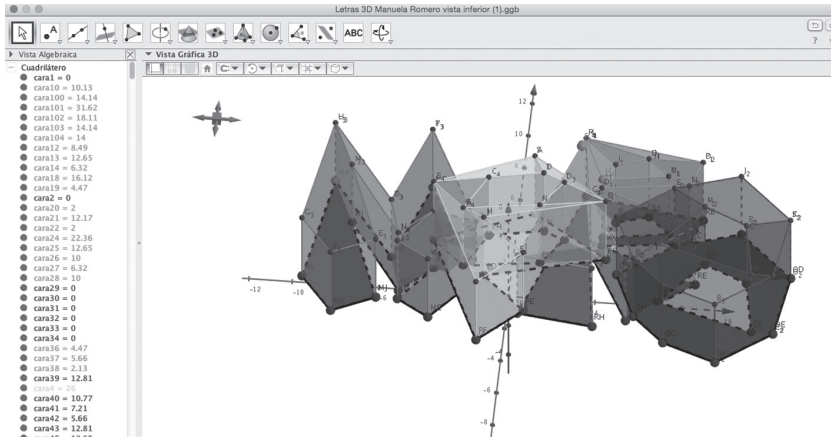
Anexo 1. Definición de las letras en \mathbb{R}^2



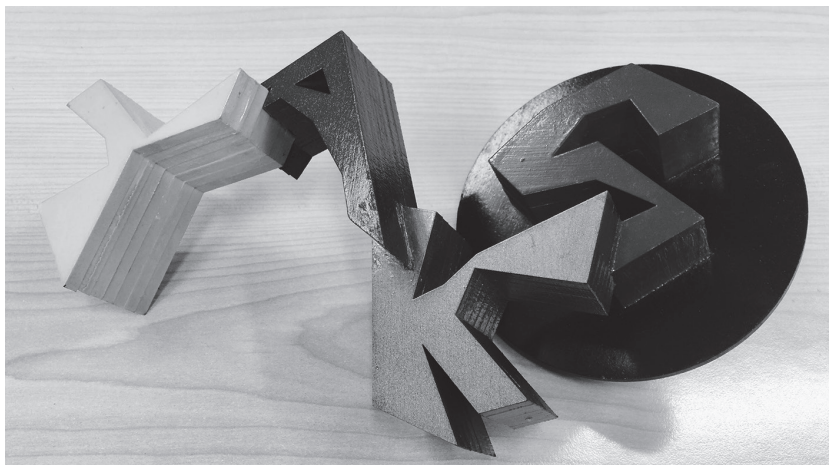
Anexo 2. Vectorización



Anexo 3. Definición del logo en GeoGebra



Anexo 4. Construcción del sólido



Anexo 5. Presentación del trabajo por parte de los estudiantes

UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

UN EJEMPLO DE MODELACION MATEMATICA APLICANDO LOS CONCEPTOS DEL ALGEBRA LINEAL

Autor: Nayibe Escalante Méndez
Docente: John Freddy Morales García

RESUMEN

En este trabajo se presenta la construcción de un sólido a partir de diferentes conceptos del álgebra lineal y se muestra la aplicación de estos en la práctica, a través de la modelación matemática, utilizando herramientas tecnológicas, proyectando en 2D y 3D el sólido en un plano, lo que permite a los estudiantes comprender y desarrollar en la forma correcta.

2. Se tomaron dos rectas de cada lado para generar las ecuaciones de la recta por los diferentes métodos:

- Igualación
- Sustitución
- Reducción
- Determinantes
- Gráfico
- Geogebra

4. Finalmente se realizó la figura en sólido, en este caso el modelo se realizó con materiales por cartón y se elaboraron las medidas con las que se elaboraron en Geogebra.

INTRODUCCION

Con el ejemplo de modelación matemática se presentará cómo aplicar los conceptos de álgebra lineal, reduciendo, determinantes, gráficas y Geogebra, desarrollando gráficamente y se realiza para entender la importancia de los conceptos en álgebra lineal.

- Los resultados obtenidos de la modelación matemática se aplican en la práctica para aplicarlos a una forma más práctica para aprender y así como cuando se aplica en la vida.
- Se aplican herramientas tecnológicas con el fin de facilitar el ejemplo de modelación matemática.

3. Utilizamos herramientas tecnológicas a través de Geogebra, para diseñar las rectas en la forma deseada aplicando las mismas coordenadas en 2D.

DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Se eligieron las 4 rectas de nuestro problema y se aplicó para desarrollar el proyecto en este caso en 2D y 3D.

4. Realizamos una proyección isométrica de las 6 rectas, del objeto en 2D y 3D con sus respectivas coordenadas.

CONCLUSIONES

Los ejercicios realizados como plantea David C. Lay, en su libro Álgebra Lineal y sus Aplicaciones, los ejercicios se concentran en enseñar a razonar antes que en realizar cálculos mecánicos, y más aún cuando se aplica sobre modelación matemática, ya que ayuda a la comprensión de los temas vistos durante el curso de Álgebra Lineal.

BIBLIOGRAFIA

- ♦ Libro Álgebra Lineal, Stanley Grossman (2004)
- ♦ Libro Álgebra Lineal y sus aplicaciones, David C. Lay (2012)

UNIVERSIDAD CATÓLICA de Colombia

En busca de la relación entre ciencias básicas y deserción en la educación superior colombiana

José Alberto Rodríguez Ortiz*

Resumen

El presente escrito busca contextualizar el problema de la deserción estudiantil en el ámbito de la educación superior en Colombia y generar un espacio de reflexión en torno a la posible incidencia que pueda tener la enseñanza de las ciencias básicas sobre este fenómeno. Igualmente pretende generar inquietudes en los docentes de esta área del conocimiento respecto al papel que desempeñan y su responsabilidad académica y social en el aumento o disminución de los índices de deserción en los programas de ingeniería, invitando a plantear una relación más dialógica con la matemática, de forma tal que esta resulte más reflexiva y menos instrumentalista.

Palabras clave: deserción, ciencias básicas, educación superior.

In search of a relationship between basic sciences and desertion in Colombia higher education

Abstract

The following text search to contextualize the trouble of students desertion in the field of the colombian high education, creating a space of reflection about the possible incidence of teaching basic sciences in relation whit this phenomenon. Also pretend to generate concerns to educators of this knowledge area about their rol and their academic and social responsability in the increase or decrease of desertion rates in engineering programs, inviting to raise a dialogic

* Docente Universidad Católica de Colombia. jarodriguez@ucatolica.edu.co

relation to mathematics, in such a way that this will result more reflexive and less instrumentalist.

Keywords: desertion, basic sciences, high education.

Definición de términos

Deserción

Puede entenderse como el abandono del sistema escolar por parte de los estudiantes, provocado por la combinación de factores que se generan tanto al interior del sistema como en contextos de tipo social, familiar, individual y del entorno. La tasa de deserción intra-anual solo tiene en cuenta a los alumnos que abandonan la escuela durante el año escolar, ésta se complementa con la tasa de deserción interanual que calcula aquellos que desertan al terminar el año escolar (Ministerio de Educación Nacional, s. f.).

Desertor

Alumno que por retiro formal o no está en condiciones de ser evaluado y ha abandonado el sistema educativo.

Introducción

Durante el mandato del Dr. Álvaro Uribe Vélez y siendo ministra de Educación la Dra. María Cecilia Vélez White, el Gobierno nacional se planteó el reto de preparar una sociedad que pudiese afrontar las metas propuestas por un mundo cada vez más globalizado y en el que sus ciudadanos pudiesen acceder real y efectivamente, de una manera calificada y competitiva, al campo laboral y productivo. Este reto no era nuevo, pues ya el proceso de globalización había sido puesto en marcha en la administración del expresidente César Gaviria; no obstante, ahora parte de la estrategia gubernamental era la denominada “revolución educativa”, una reestructuración de políticas educativas que propendiera por una articulación global del sistema educativo capaz de ofrecer una educación de “calidad”.

Los problemas que se presentaban en general, en el sistema educativo a comienzos del siglo XX, tenían que ver con algunos elementos que hoy día nos siguen siendo familiares: pertinencia, cobertura y deserción. Estos elementos han sido

objeto de observación, estudio y análisis, con el fin de posibilitar la implementación de políticas, formulación de proyectos y determinación de estrategias que nos conduzcan a reducir su impacto (en el caso de la deserción) y a buscar esa calidad en la educación que todos queremos.

Un indicador importante de la calidad en la educación es la deserción escolar, ya que si bien es cierto que se viene mejorando notablemente en cobertura, el aumento en la deserción no permite capitalizar esta, debido a que un estudiante que deserta es una pérdida en su cohorte y el lugar que deja no puede ser tomado por otro; por ejemplo, si un estudiante abandona el programa en décimo semestre, será un alumno menos que se gradúe de dicha cohorte implicando una pérdida en la inversión gubernamental, institucional, social y familiar.

En la figura 1 se expone un cuadro comparativo del porcentaje acumulado de estudiantes que desertan de programas técnicos, tecnológicos y universitarios. Se observa que de cada 100 estudiantes que ingresan por cohorte a un programa técnico, solamente 35 continúan en él después de 10 semestres; en el caso de los programas tecnológicos 40 continúan después del décimo semestre y en programas universitarios solo 55 de cada 100 se mantienen en el programa de estudios.

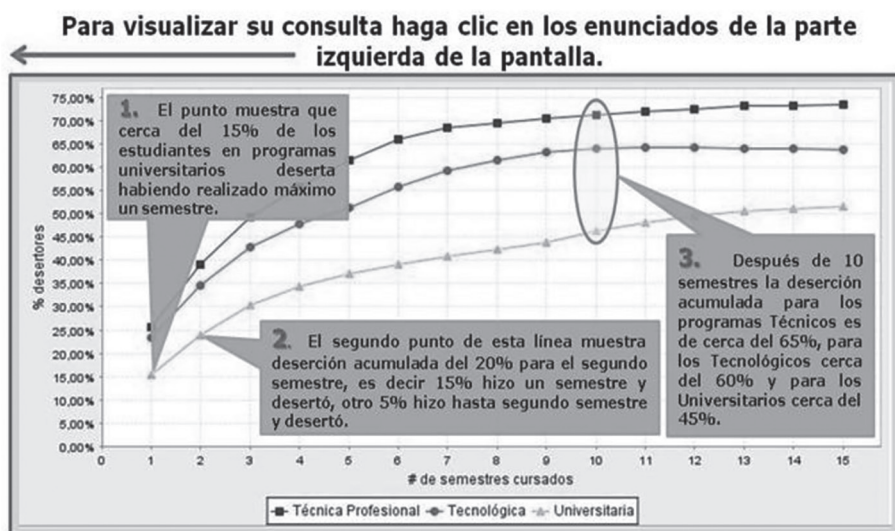


Figura 1. Deserción estudiantil en programas técnicos, tecnológicos y profesionales después de décimo semestre

Fuente: Ministerio de Educación Nacional, Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES).

Este hecho constituye un gran problema social y económico, trayendo como consecuencia un retraso en el desarrollo del país y un menoscabo del recurso económico que podría invertirse en estudiantes que sí terminen su ciclo de formación profesional.

Ahora bien, en la búsqueda de las causas y posibles soluciones de la deserción educativa del nivel superior tenemos tantas variables como enfoques posibles, entre estos: el psicológico, el sociológico y el económico. No obstante, la búsqueda de tales causas obliga al análisis de una gran cantidad de factores que no solo son diversos, sino que evolucionan y se vuelven complejos con el tiempo, esto debido precisamente a la transformación permanente de los modelos culturales, sociales y económicos.

Con el propósito de entender la propuesta realizada por el MEN para abordar el problema de la deserción en el escenario de la educación superior del país, es menester conocer algunos modelos teóricos preexistentes que serían tomados como referentes y ya validados a partir de hechos empíricos.

Modelos psicológicos

Estos modelos enfatizan la influencia de factores internos o propios del sujeto y ponderan las características particulares de cada uno de ellos, buscando los rasgos diferenciadores de estudiantes que desertan y aquellos que no lo hacen. A continuación, distinguiremos los más relevantes de estos enfoques:

Fishbein y Ajzen (1975) analizan la deserción partiendo de la consideración de que todo individuo manifiesta un comportamiento que se encuentra mediado por sus creencias, que potencian en él tal o cual actitud y que es esta actitud la que le lleva a tomar una decisión. En específico, la deserción o la permanencia son el resultado de conductas previas y normas subjetivas que la persona construye a lo largo de sus vivencias.

Por su parte, Ethington (1990) incorpora a las teorías anteriores las “conductas del logro” de Eccles *et al.* (1983): perseverancia, elección y desempeño, para explicar la toma de decisión en un eventual abandono. En este enfoque la decisión estará influenciada por la experiencia previa del individuo en relación con su vivencia académica en otros espacios (colegio), a través de la cual ha construido una autoimagen y cuenta con una percepción del grado de dificultad y compromiso que implica la consecución de logros académicos.

Modelos sociológicos

Estos modelos destacan el influjo de factores externos al individuo y que son adicionales a los factores psicológicos. Uno de los representantes más importantes del modelo sociológico es Spady (1970), quien propone que la deserción puede ser causada por una falta de integración del estudiante al medio universitario y que esta capacidad de integración necesariamente estaría influenciada por un entorno familiar, el cual genera expectativas y exigencias a dicho entorno universitario, además de ser un elemento de peso en la construcción de habilidades comunicativas que le permitan al alumno abordar procesos de integración y socialización. Por tanto, el estudiante deberá dar respuesta a ciertas demandas no solo de tipo académico sino también social, y del éxito de dicha integración dependerá su permanencia en el sistema educativo.

Modelos económicos

Los modelos económicos fundamentalmente analizan dos hechos que resultan relevantes a la hora de tomar la decisión de seguir o no en la universidad: la relación costo-beneficio y el costo mismo de la formación profesional. En esta perspectiva el estudiante analiza, por un lado, si la inversión económica y de tiempo está acorde con sus expectativas de ingreso económico como profesional según la oferta del mercado, o si por el contrario el ingreso directo al mercado laboral le brindaría desde ya una mejor posibilidad a su proyecto de vida.

Por otro lado están los costos de su formación profesional, que debe asumir el estudiante en la mayoría de los casos sin la posibilidad de un ingreso laboral. Una medida que equilibra este nexo entre el costo de su carrera y la ausencia de un ingreso, es el subsidio otorgado a estudiantes con dificultades económicas (St. John, Cabrera, Nora y Asker, 1999), observándose que existe un vínculo directo entre la retención de estudiantes y la asignación de subsidios.

Modelos organizacionales

Estos modelos aluden al papel que tienen las instituciones en la adaptación social y académica del individuo al ámbito universitario. El estudiante considerará y reconocerá en la institución la calidad docente (Braxton, Milen y Sullivan, 2000) y de recursos bibliográficos con que esta cuenta, así como el número de

estudiantes por docente, los espacios de apoyo académico, la oferta de actividades extracurriculares (recreación y deporte) y el servicio médico; en general, la calidad y el fortalecimiento de todos aquellos espacios que le permitan su verdadera integración social y cultural al ambiente de la educación superior; esto es, espacios para la interacción con el otro que posibiliten su desarrollo personal e intelectual y no solo el buen rendimiento académico. Tinto (1975) subraya que esta integración académica y social se logra a través de los compromisos y metas por alcanzar de las instituciones, que de estar por encima del costo personal que la persona está dispuesta a pagar (compromiso, dedicación, esfuerzo, etc.), terminarán favoreciendo la deserción estudiantil.

Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior

A partir de los diferentes modelos relacionados con las causas de la deserción en la educación superior, el MEN efectúa una revisión del estado del arte (véase figura 2) y define los elementos a valorar en una política educativa que propenda por la disminución de la deserción estudiantil en la educación superior colombiana.

De acuerdo con lo expuesto hasta aquí, el MEN toma la determinación de establecer como posibles causas de deserción en la educación superior nacional las variables explicativas personales, académicas, socioeconómicas e institucionales (véase figura 3).

Una vez definidas las posibles causas de deserción y con el propósito de identificar y agrupar los estudiantes según su condición de riesgo, el MEN creó una herramienta para monitorear en dónde se presentan los mayores factores de riesgo a partir de la información suministrada por las universidades y con la cual “se identifican y se ponderan los comportamientos, las causas variables y riesgos determinantes para desertar” (Ministerio de Educación Nacional, s. f.). Este sistema de información es el SPADIES.

[...] el SPADIES surge ante la necesidad de contar con una visión sectorial e integrada de la problemática de la deserción, a partir de la cual se pudiera disponer de una conceptualización, una medición y una metodología de seguimiento del fenómeno aplicable a todas las instituciones de educación superior (López y Franco, s. f., p. 2).

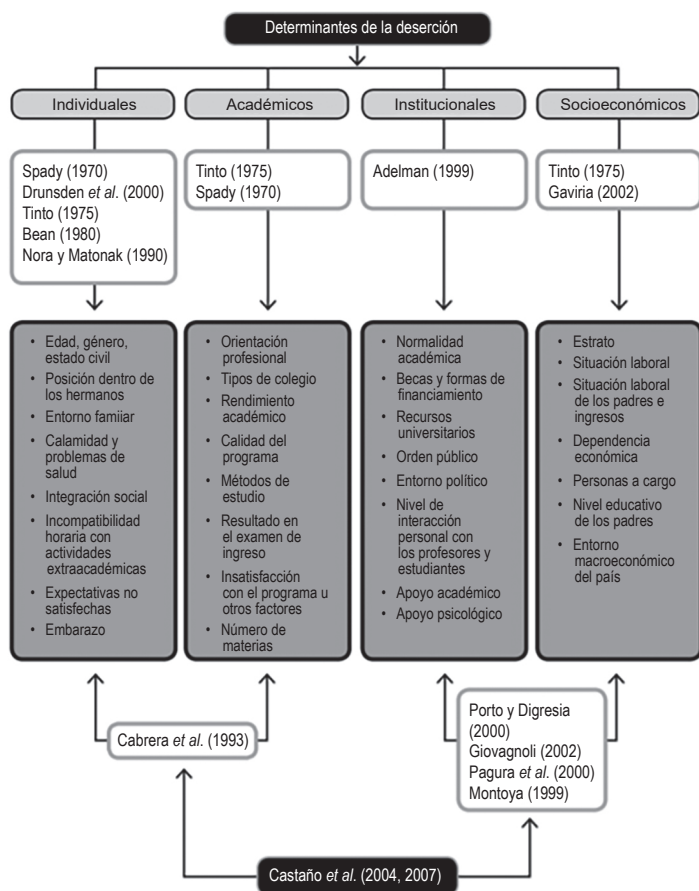


Figura 2. Estado del arte de los determinantes de la deserción estudiantil

Fuente: Ministerio de Educación Nacional.

Deserción estudiantil en la educación superior colombiana.

En la actualidad el SPADIES provee información acerca de la caracterización de la población estudiantil y de su situación de riesgo, así como del apoyo a la permanencia que ofrecen actualmente las instituciones educativas en general. De igual modo, en él aparece una base de datos con los índices de deserción por cohorte, desde el periodo 1998-1 hasta el periodo 2016-1, que puede ser discriminada por departamentos. Esta información resultó relevante para el análisis hecho sobre la incidencia de las ciencias básicas en el fenómeno de la deserción estudiantil en el ámbito de la educación superior.

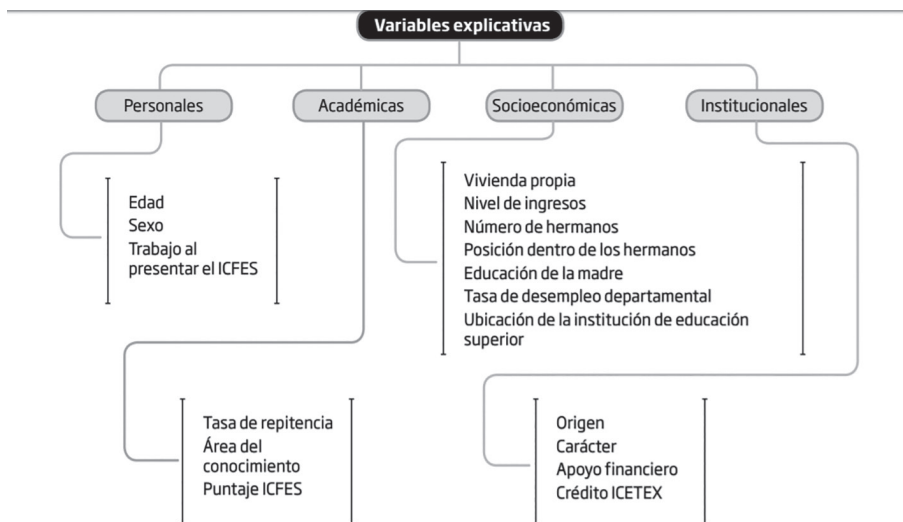


Figura 3. Variables explicativas de la deserción estudiantil

Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2009).

Las ciencias básicas y su relación con la deserción en instituciones de educación superior (1998-2009)

En el año 2009 ya se planteaba cierta preocupación en torno a la pregunta de si era posible disminuir la deserción estudiantil en la educación superior y particularmente, cuál era el impacto del área de ciencias básicas en dicho fenómeno. Los asesores del MEN César Mauricio López Alfonso (coordinador del SNIES 2010-2011) y Jorge Luis Franco Gallego, publicaron un estudio comparativo acerca de la deserción en las áreas de matemáticas y ciencias naturales con respecto a la que se presentaba en el resto de las áreas de educación superior, las cuales denominaron “Agregado”. Empleando la base de datos suministrada por el SPADIES (periodos 1998-1 - 2007-2) revelaron una serie de hallazgos significativos en la caracterización de la población.

- Los resultados alcanzados en la prueba de Estado por los estudiantes de matemáticas y ciencias naturales son, en una proporción mayor, de niveles altos, mientras que los resultados obtenidos por el Agregado son mayoritariamente de nivel medio.
- Los programas académicos del área de matemáticas y ciencias naturales son mucho menos demandados entre los estudiantes de mayores ingresos en el

hogar (nueve o más salarios mínimos) y de más alta demanda entre estudiantes de bajos ingresos familiares (tres o menos salarios mínimos).

- El número de estudiantes por sexo (masculino / femenino) es prácticamente el mismo en los dos grupos.
- La matrícula del Agregado cuenta con mayor número de estudiantes de veinte o más años, mientras que la matrícula de matemáticas y ciencias naturales muestra un mayor número de estudiantes de quince años o menos, superando incluso en algunos periodos el 20 % de la matrícula; hecho que nunca ocurre en la matrícula del Agregado.

Una vez caracterizadas las poblaciones se determina la manera como la diferencia de perfil de ellas se refleja en el índice de deserción de cada grupo. Estas son las conclusiones encontradas:

- Para las matrículas realizadas en grupos de segundo semestre en el periodo comprendido entre 1998 y 2002 se observa una deserción acumulada, a décimo semestre; es mayor en el caso de matemáticas y ciencias naturales (49 %) que en el caso del Agregado (43 %).
- En el décimo semestre las tasas de deserción para el Agregado son del 51,6 %, 41,9 % y 32,7 % para estudiantes que obtuvieron resultados en la prueba de Estado de niveles bajo, medio y alto respectivamente. En el caso de matemáticas y ciencias naturales la tendencia es la misma, pero con porcentajes de deserción mayores, lo cual permite concluir que el capital académico que trae el estudiante y que se evidencia en la prueba de Estado está en estrecha relación con la deserción, ya que a mejores resultados en la prueba de Estado mayor permanencia en el sistema de educación superior se observa; no obstante, el grupo de matemáticas y ciencias, pese a tener mejores resultados en la prueba ICFES muestra siempre una mayor deserción que el Agregado, convirtiéndose en una población de alto riesgo.
- A décimo semestre, la diferencia, en los dos grupos, de los niveles de deserción entre estudiantes que recibieron apoyo académico y aquellos que no lo recibieron alcanza el 22,4 %, esto muestra que a mayor apoyo académico menos será el índice de deserción sin importar el programa.
- El bajo ingreso familiar tiene más alto impacto en la deserción acumulada a décimo semestre en el grupo de matemáticas y ciencias naturales (47,2 %) que en el del Agregado (41,4 %).
- La diferencia en la tasa de deserción a décimo semestre entre los estudiantes que recibieron financiación por lo menos durante el primer semestre y los que no la recibieron es del 28,8 %, lo que prueba que existe vínculo directo entre la financiación o apoyo económico y la disminución en el índice de deserción.

- La edad es otro factor importante, ya que se observa que, a mayor edad mayor es el riesgo de deserción. En ambos grupos la mayor deserción se reportó en estudiantes de veinte años, siendo siempre mayor la deserción en matemáticas y ciencias naturales que en el Agregado, lo que convierte a este, en un grupo de riesgo.

Las ciencias básicas y su relación con la deserción en instituciones de educación superior (2009-1 - 2016-1)

En el análisis hecho por Mauricio López Alfonso y Jorge Luis Franco Gallego en 2009 a partir de los datos recogidos por el SPADIES, se argumentaba claramente la necesidad de entender el problema de la deserción asociado a las ciencias básicas y hacer seguimiento de él; y para ello López y Franco (2009) proponían “diseñar acciones específicas según sean sus causas, evaluar las acciones implementadas y prevenirlo, esto es, actuar antes de que ocurra” (p. 2).

Iguales inquietudes se recogieron en el proyecto “Estrategias para disminuir la deserción en la educación superior” propuesto por el MEN en 2007, no obstante, es poco lo que podemos hallar hoy en día respecto al impacto que tienen las ciencias básicas en el fenómeno de la deserción en la educación superior.

En la actualidad y recurriendo nuevamente a la base de datos surtida por el SPADIES, podemos ver la información correspondiente a los periodos comprendidos entre 1998-1 y 2016-1 y darnos cuenta de que, posiblemente, y pese a que los índices de deserción se han reducido gradualmente, aún quedan aspectos por entender y resolver en torno al nexo que guardan las ciencias básicas con el fenómeno de la deserción en la educación superior.

Para comprender mejor esta afirmación realizaremos un análisis comparativo de la deserción, a partir de los datos que entregó el SPADIES tomando los índices de deserción por departamento, para las diferentes áreas del conocimiento en los periodos comprendidos entre 2009-1 y 2016-1. Si observamos los datos obtenidos en la tabla 1, podremos encontrar que hay tres áreas del conocimiento en particular que arrojan los índices más altos de deserción (véase figura 4).

Área 1: economía, administración, contaduría y afines (la cual llamaremos: economía).

Área 2: ingeniería, arquitectura, urbanismo y afines (la cual llamaremos: ingeniería).

Área 3: matemáticas y ciencias naturales (la cual llamaremos: matemáticas).

Tabla 1. Deserción en las áreas 1, 2 y 3

Periodo	Deserción		
	Ingeniería %	Matemáticas %	Economía %
2009-1	28,51	28,96	33,01
2009-2	25,46	31,25	30,59
2010-1	20,60	24,28	30,56
2010-2	27,44	22,32	29,49
2011-1	25,51	23,80	29,31
2011-2	22,94	20,88	26,54
2012-1	20,84	18,26	27,61
2012-2	19,17	14,94	25,20
2013-1	19,34	14,34	23,62
2013-2	19,14	13,82	21,07
2014-1	17,72	13,37	20,02
2014-2	15,33	9,40	17,74
2015-1	14,98	9,79	16,19
2015-2	15,13	8,52	16,75
2016-1	14,74	9,26	14,56

Fuente: Tabla construida con información de Ministerio de Educación, Sistema de Prevención y Análisis a la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES).

Podemos ver que el índice de deserción alcanza su más alto valor para economía en el periodo 2009-1, pero que en general los índices de las áreas de mayor deserción han disminuido notablemente en los últimos siete años, con todo, llama la atención la rapidez con que se viene produciendo tal descenso. La figura 4 es el cuadro comparativo para la deserción entre las tres áreas del conocimiento.

A modo de síntesis

Si bien los porcentajes de deserción en las áreas de conocimiento correspondientes a economía e ingeniería han descendido 18,45 y 13,77 puntos porcentuales respectivamente, aún sus índices siguen siendo mayores que el índice de

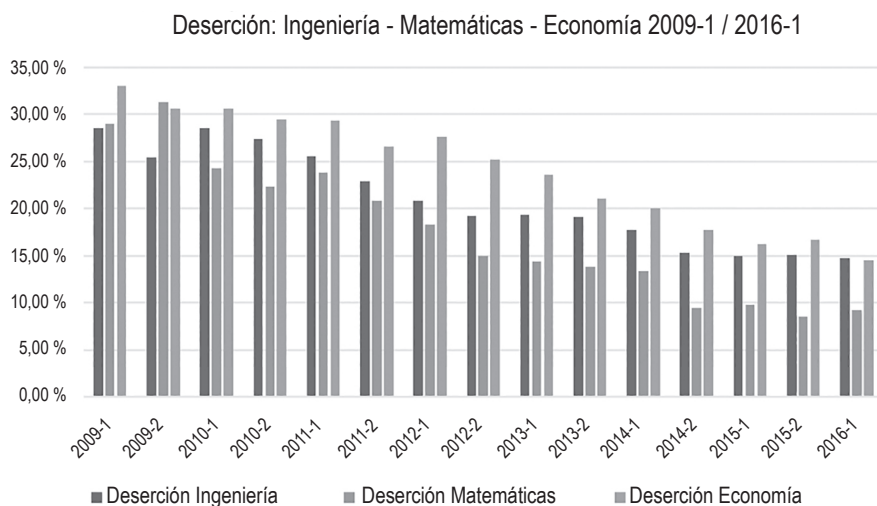


Figura 4. Comparativo de la deserción en economía, matemáticas e ingeniería

Fuente: Figura construida con información de Ministerio de Educación, Sistema de Prevención y Análisis a la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES).

deserción en matemáticas, el cual ha logrado descender en el mismo intervalo de tiempo 19,7 puntos porcentuales y se encuentra 5,39 puntos porcentuales por debajo de estas. Este hecho llama la atención si recordamos que en el periodo 2002-2008 los índices de deserción más altos y la población de mayor riesgo estaban en esta área del conocimiento (matemáticas y ciencias naturales). Pese a ello, el análisis queda todavía bastante abierto a la discusión si se considera la manera en que son concebidas las áreas del conocimiento, ya que si bien campos disciplinares como la ingeniería, la arquitectura, el urbanismo y otros pueden tener algunos elementos en común, esto no implica que todos apunten a índices particulares de deserción siquiera similares; lo mismo habría que decir de la economía, la administración y la curaduría.

En cuanto a la incidencia que pueden tener las ciencias básicas sobre los índices de deserción, es posible pensar en interrogantes de mayor complejidad que permitan ahondar en las causas de dicho fenómeno y que plantean todo un campo de investigación con estudios que den cuenta de cierto tipo de relaciones, por ejemplo, entre ciencias puras y ciencias aplicadas o entre física y matemática. Particularmente en algunos programas de ingeniería resulta interesante analizar cómo la matemática adquiere una imagen instrumental ante la física a través del

concepto de prerrequisito y se deja de lado su razón de ser, la cual es desarrollar cierta estructura de pensamiento; esto es, como un simple instrumento o herramienta útil en la solución de problemas de ingeniería y no como toda una forma de pensar.

El problema de la deserción escolar debe ser reflexionado desde diferentes ámbitos: personal, social, familiar e institucional a fin de que cada uno de los actores que participan en este evento propongan, desde su quehacer, alternativas de solución para la adquisición de una educación de calidad, ya que en definitiva la deserción escolar evidencia, de algún modo, el fracaso de un sistema educativo que no ha sabido responder a las expectativas de las nuevas generaciones.

La pregunta es entonces: ¿cuál debe ser la participación del docente en este proceso activo que busca disminuir la deserción y mejorar la calidad en la educación superior? ¿Cuál es su aporte? De acuerdo con lo anteriormente expuesto se puede entender que el aporte del profesor no solo tiene una connotación académica, sino también humanística; si bien debe orientar procesos que potencien y hagan viable un desarrollo intelectual del individuo en su parte cognitiva, no debe olvidar que la integración social también forma parte del proceso que lleva al éxito académico y esto implica reconocer la dimensión humana del estudiante.

La integración académica se ha de buscar acercando al estudiante de forma metódica a ese cuerpo de conocimiento propio de la disciplina, para lo cual se requerirá proponer y desarrollar nuevas metodologías probablemente basadas en el uso de nuevas tecnologías. El cambio exige cambio y nuestros estudiantes suelen cambiar más rápido de lo que nosotros nos adaptamos a ellos.

Por otro lado, debemos reconocer que en las últimas décadas el sector gubernamental se ha preocupado por trazar políticas que garanticen la calidad en la educación, e igualmente hemos visto cómo las instituciones de educación superior han hecho ingentes esfuerzos para afianzar planes a corto, mediano y largo plazo que ayuden a alcanzar los objetivos de dichas políticas. Sin embargo, se requiere del apoyo del sector productivo, no solo en cuanto al apoyo financiero que pueda ofrecer, sino también en cuanto a las oportunidades de trabajo y justa remuneración que pueda brindar al egresado, ya que muchas veces nos encontramos con ofertas laborales poco equitativas en relación con la inversión económica y social que ha permitido al estudiante consolidarse como profesional.

Referencias

- Braxton, J. M., Milen, J. F. & Sullivan, A. S. (2000). The influence of active learning on the college student departure process: toward a revision of Tinto's theory. *Journal of Higher Education*, 75(5), 569-590.
- Eccles, J., Futerman, R., Goff, S. B., Kaczala, C. M., Meece, J. L., Midgley, C. & Adler, T. F. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. En: J. T. Spence (ed.). *Achievement and achievement motives: psychological and sociological approaches*. San Francisco: Freeman & Co.
- Ethington, C. A. (1990). A psychological model of student persistence. *Research in Higher Education*, 31(3), 266-269.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: an introduction to theory of research*. Massachusetts: Addison Wesley.
- López, A. C. & Franco, G. J. (s. f.). Las ciencias básicas y la deserción estudiantil. Recuperado de: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-254702_ciencias_basicas_desercion.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (s. f.). Sistema de información SPADIES. Recuperado de: <http://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2895.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. *Revolución Educativa*, 50-52.
- Spady, W. G. (1970). Dropouts from higher education: an interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 1(1), 64-85.
- St John, E. P., Dabrera, A. E., Nora, A. & Asker, E. H. (1999). Economic influences on persistence reconsidered. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.717.6133&rep=rep1&type=pdf>
- Tinto, V. (1975). Dropout in higher education: a theoretical synthesis of recent research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.

Experiencia de transición aritmética-álgebra con estudiantes de primer semestre de la Universidad Católica de Colombia

Nidia Sirley Castro Albarracín*, Adrián Velasco Rojas**

Resumen

En las diferentes asignaturas del área de matemáticas que se estudian en el ciclo básico, los educandos de la Universidad Católica de Colombia muestran inconvenientes con el trabajo algebraico, aunque no es la temática principal en ninguno de los cursos, la poca comprensión de conceptos relacionados con el álgebra ha dificultado que se puedan alcanzar nuevos aprendizajes matemáticos fundamentales en la formación profesional de los alumnos. Reconociendo la importancia de la transición aritmética-álgebra y la identificación de ciertos problemas escolares en la universidad, en esta investigación se presentan el análisis y las conclusiones sobre el desarrollo de las actividades propuestas a los estudiantes de primer semestre respecto de cuestiones que se asocian con las formas de interpretar el signo igual, dificultades con las convenciones de notación o escritura, procesos de simbolización e interpretaciones sobre el uso de las variables.

Palabras clave: transición, interpretación, aritmética, álgebra, comprensión.

Arithmetic- Algebra transition. Experience with first semester students

Abstract

In the different subjects of the area of mathematics that work in the basic cycle, students of the Catholic University of Colombia show difficulties with algebraic

* nscastro@ucatolica.edu.co

** avelasco@ucatolica.edu.co

work, although it is not the main subject in any of the subjects the little understanding of concepts related to the algebraic work has made it difficult to achieve new fundamental mathematical learning in the professional training of students. Recognizing the importance of the analysis on aspects of the arithmetic transition - algebra and the identification of certain school problems in the university, this research presents the analysis and conclusions on the development of the activities proposed to first semester students on related aspects with the ways of interpreting the equal sign, difficulties with notation and / or writing conventions, symbolization processes and interpretations about the use of variables.

Keywords: equivalence, concatenation, arithmetic, algebra, variable.

En la Universidad Católica de Colombia se observa que los índices de pérdida en las asignaturas del ciclo básico son elevados. Los estudiantes presentan una prueba de entrada con preguntas sobre temas básicos de aritmética, geometría y trigonometría; con el análisis de los resultados se han detectado dificultades en comprensión de lectura y en el manejo de las operaciones básicas. En materias como Fundamentación Matemática para pregrados en ingeniería y Matemáticas Básicas para el pregrado en Ciencias Económicas y Administrativas, se tienen altos niveles de cancelación y pérdida.

Según el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (2015) de Colombia dentro de los principales factores determinantes de la deserción en educación superior del país están las competencias académicas de entrada, las condiciones económicas de los estudiantes y su orientación vocacional y profesional, todo esto sumado a las actitudes, aptitudes y expectativas de los discentes.

El panorama descrito en los párrafos anteriores, la experiencia como docentes y las situaciones particulares de los estudiantes se constituyen en el punto de partida para la reflexión sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan al interior del aula. El trabajo que se pretende socializar inicia con la revisión detallada de los procedimientos que los estudiantes siguen cuando desarrollan una evaluación, actividad de clase o participación verbal, de esta manera se detectaron problemas en el uso de las propiedades de los números reales, específicamente en los racionales; inconvenientes en el empleo de las propiedades de potenciación y radicación y, sobre todo, dificultades en los saberes y procesos algebraicos.

En aritmética, los estudiantes en su mayoría buscan la solución de un ejercicio. Una cifra significativa de educandos desconoce las propiedades de los números reales haciendo procedimientos no permitidos, evidenciando la necesidad de dar una respuesta a partir de procesos mecánicos no analizados; otros, que aplican bien las reglas matemáticas y obtienen respuestas acertadas, acusan falta de comprensión de estas. En el trabajo aritmético para muchos profesionales en formación se privilegiaron los procesos mecánicos.

La mayoría de los estudiantes perciben a la aritmética simplemente como una serie de cálculos y no reflexionan sobre las propiedades de los números, por lo que consecuentemente, al estudiar álgebra no comprenden que los procedimientos que usan para resolver ecuaciones y simplificar expresiones están basados en las propiedades de los números (Carpenter, Frankie y Levi, 2003, p. 53).

Una de las dificultades de los alumnos se relaciona con el significado que el signo igual tiene para ellos, por ejemplo, realizan procedimientos donde el signo igual no cumple con la equivalencia de la expresión que se encuentra en el lado izquierdo con respecto a la que está en el lado derecho, viendo de esta forma que el uso del signo igual se constituye para muchos en la necesidad de ejecutar un procedimiento así este no tenga sentido matemático.

Kieran (1989) mostró la idea extendida entre los estudiantes que comienzan con el álgebra de que el signo igual es la “señal de hacer algo”, antes que un símbolo de la equivalencia entre los lados izquierdo y derecho de una ecuación. Argumentos que se proponían para discentes de secundaria pero que también se observaron en la experiencia con estudiantes de primer semestre.

Situación 1: uso del signo igual

Resolver la ecuación: $5x + 3 = \frac{x + 1}{4}$

Solución propuesta por un estudiante:

$$5x + 33 = 4(5x + 33) = x + 1 = 20x + 132 = x + 1 = 20x - x + 132 - 1 = 19x + 131 = \frac{131}{19}$$

Situaciones manifestadas a través de este procedimiento:

1. La expresión $15x + 33$ no es equivalente a la expresión $4(15x + 33)$, ya que esta última refiere cuatro veces la primera.
2. La expresión $4(15x + 33)$ no está relacionada en cuanto equivalencia con la expresión $x + 1$ según el procedimiento anterior, pero sí cumple con esta en cuanto a la propuesta inicial.
3. La expresión $x + 1$ cumple su equivalencia con la expresión $20x + 132$ respecto al paso anterior y con la propuesta inicial, pero no con la expresión $15x + 33$ que también forma parte de la conexión que les da el signo igual.
4. El estudiante plantea la siguiente igualdad de expresiones algebraicas: $x + 1 = 20x + 132$ y $x + 1 = 20x - x + 132 - 1$; las expresiones son idénticas, pero con un pequeño cambio, a la expresión de la derecha se le resta el número 1 haciendo que se pierda la equivalencia.
5. La expresión $19x + 131$ no es equivalente a la expresión $\frac{131}{19}$.
6. El estudiante manifiesta que la solución es correcta, ya que si se sustituye el valor $\frac{131}{19}$ en la ecuación $15x + 33 = \frac{x + 1}{4}$ estas expresiones representan la misma cantidad. Tiene claro que las expresiones deben ser equivalentes al hallar un valor numérico para la letra, aunque en la escritura muestra dificultades con el significado de equivalencia. Una razón de esto es el trabajo propio que se realiza en aritmética, entendiendo que la utilización del símbolo igual en aritmética conduce a la búsqueda de respuestas inmediatas evitando la aplicación de propiedades y procedimientos largos que son propios del álgebra, esto debido al empleo de la letra.

En aritmética se proponen ejercicios como $1233 + 250 = 1483$, con los cuales se obtiene una solución inmediata que no implica más operaciones, pero si se les solicita a los estudiantes procedimientos escritos más largos donde tengan que descomponer el número y establecer más equivalencias, manifiestan que no es posible o argumentan que procedimientos como:

$1233 + 250 = 1200 + 200 + 50 + 33 + = (1200 + 200) + (50 + 33) = 1400 + 80 + 3 = 1483$ no son propios de la aritmética. Es cierto que no son necesarios para resolver el ejercicio inicialmente propuesto, pero les permite apropiarse del lenguaje algebraico y del significado del signo igual.

Mientras no se interprete el signo igual como equivalencia y la aritmética siga centrándose en el significado operacional, los estudiantes seguirán presentando dificultades en contextos donde se precisa utilizar los significados relacionales. Esta perspectiva es muy importante y podría explicar las dificultades que encuentran los estudiantes (Prediger, 2010).

Situación 2: equivalencias incorrectas

Resolver la ecuación: $\frac{x-1}{3} = 5$

El estudiante en el proceso aplica las propiedades del inverso multiplicativo e inverso aditivo para buscar el elemento neutro en la adición como en el producto analizado, situaciones válidas para simplificar las expresiones algebraicas, pero que no tienen en cuenta el signo igual, ya que las equivalencias que se generan no son correctas.

$$\frac{x-1}{3} = 5 \times 3 \rightarrow \frac{x+4}{3} \times 3 = 15 \rightarrow x+4 = 15 - 4 \rightarrow x+4 - 4 = 11 \rightarrow x = 11$$

Situación 3: contexto numérico

Pinzón y Gallardo (2000) señalan como uno de los desafíos de la transición aritmética-álgebra la concatenación de términos algebraicos. La forma como se entiende la concatenación en aritmética y álgebra puede generar escollos en la transición, pues en aritmética la concatenación de los símbolos está más referida a la adición, mientras que en álgebra a la multiplicación.

A continuación, se muestra un ejercicio de clase relacionado con la suma de fracciones, el objetivo principal es que el estudiante comprenda la suma de fracciones a partir del uso de fracciones equivalentes. La concatenación desempeña un papel importante en la comprensión de la equivalencia entre la fracción impropia –que es el resultado final de la suma propuesta– y el número mixto que representa la misma cantidad. Se le pide al alumno efectuar la siguiente suma: $\frac{1}{2} + \frac{2}{3}$

Reconoce que sumar este tipo de fracciones presenta dificultad debido a que no son expresiones homogéneas, por lo que ejecuta el proceso de generar fracciones equivalentes a la propuesta inicial donde el denominador sea el mismo.

$$\frac{1}{2} = \frac{1 \times 3}{2 \times 3} = \frac{3}{6} \quad \frac{2}{3} = \frac{2 \times 2}{3 \times 2} = \frac{4}{6} \quad \frac{1}{2} + \frac{2}{3} = \frac{3}{6} + \frac{4}{6} = \frac{7}{6}$$

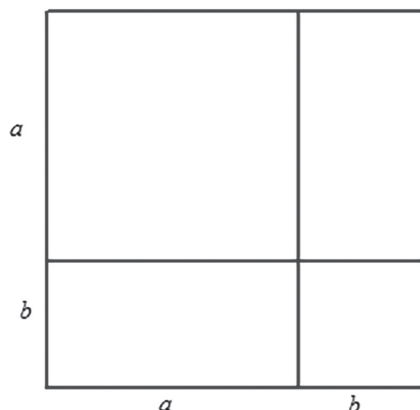
Después de que reescribe la nueva expresión, hace la suma y obtiene como resultado una fracción impropia, que se puede expresar como número mixto:

$$\frac{3}{6} + \frac{4}{6} = \frac{7}{6} = 1 + \frac{1}{6} = 1\frac{1}{6}$$

En este procedimiento está implícita la concatenación. En aritmética el estudiante entiende que $1 + \frac{1}{6} = 1\frac{1}{6}$, lo que está bien y es el correcto proceder, pero el docente puede estar creando confusiones, debido a que el estudiante en álgebra realiza deducciones como $5x = 5 + x$, dado que la concatenación en álgebra refiere al producto.

Situación 4: contexto gráfico

Calcular el perímetro de la figura:



Un estudiante afirma que el perímetro corresponde a la expresión $4ab$ porque el perímetro de la figura es la suma de todos sus lados y al sumar cuatro veces a y cuatro veces b se obtiene el resultado $4ab$; el estudiante entiende que $4a + 4b$ es equivalente a $4ab$.

Situación 5: uso del paréntesis

Uno de los errores que los estudiantes cometen con mayor frecuencia apunta al uso del paréntesis para indicar que la expresión es un factor, o que el número afecta toda la expresión. Enseguida se expondrán diferentes equivalencias propuestas por los estudiantes:

Hallar la derivada de la siguiente función¹:

$y = e^{(x^2+3)}$. El resultado obtenido por el estudiante es $y' = 2x + 3e^{(x^2+3)}$

$$2x + 3e^{x^2+3} = (2x + 3)e^{x^2+3}$$

La expresión que se encuentre al lado izquierdo muestra que el número 3 es factor de la expresión exponencial y viceversa, pero en la expresión que está a la derecha es la suma $(2x + 3)$ la que es factor con la expresión exponencial. Es necesario decir que la equivalencia de estas expresiones es válida para estudiantes de un curso de cálculo diferencial conformado por estudiantes de segundo semestre y algunos de tercero, además todos los estudiantes vieron un curso de fundamentación matemática; aunque este error es evidente en este curso por una serie de ejercicios elaborados a lo largo del semestre, se entiende que es común en discentes que ven la asignatura de cálculo diferencial.

Situación 6: expectativas aritméticas acerca de las respuestas bien formadas

En aritmética, los procedimientos en su mayoría llevan a respuestas de un solo término numérico. Expresiones como $30 + 5$ en aritmética se entienden como parte del proceso que aún requiere ser reducido, y en muchas situaciones esta expresión no se aceptaría como respuesta, ya que la expresión equivalente correcta sería 35. Esta clase de procedimiento aritmético ocasiona dificultades a los estudiantes en álgebra, puesto que tener resultados como $\frac{x+3}{2x}$ es imposible para muchos, debido a que es una expresión que está indicando suma, división y multiplicación; varias operaciones que en aritmética se pueden resolver, algunos estudiantes manifiestan la necesidad de simplificar la expresión.

Simplificar la siguiente expresión: $\frac{x+1}{x^2+1}$

Procedimiento que siguió un estudiante:

$$\begin{aligned} \frac{x+1}{x^2+1} &= \\ \frac{x+1}{x^2+1} &= \frac{x+1}{x^2+1^2} = \frac{x+1}{(x+1)(x+1)} = \frac{1}{x+1} = x \end{aligned}$$

1 La propuesta de transición aritmética-álgebra se implementa en cursos de primer semestre, pero es importante analizar un ejercicio hecho por estudiantes de cálculo diferencial al evidenciar que falencias en procedimientos propios de matemáticas básicas afectan la comprensión de conceptos más complejos.

El estudiante manifiesta de forma verbal: “Pensé que el ejercicio estaba mal propuesto y por eso propuse la igualdad $x^2 + 1 = (x + 1)(x + 1)$ entendiendo que la expresión es equivalente a $(x + 1)^2$, finalmente simplifiqué el número uno en la expresión $\frac{1}{x + 1}$ y se obtiene como resultado x^2 ”.

El profesional en formación no admite que el docente haya planteado un ejercicio que no se puede reducir, además de que la respuesta sería muy grande para aceptarse como paso final; y en el siguiente paso de su procedimiento no reconoce que en la expresión $\frac{1}{x + 1}$ el 1 del numerador no es el inverso aditivo de la expresión del 1 del denominador, ni que el 0 es el elemento neutro en la suma. Se puede decir que se desencadena una serie de errores en el análisis del alumno al querer obtener una respuesta bien formada.

Situación 7: interpretación de la letra

La letra en álgebra tiene diferentes usos e interpretaciones, por ejemplo, en una ecuación la letra es una incógnita, pero en expresiones como $2P + 5P = 7P$ la letra es un objeto. Si el educando no comprende esto puede caer en errores como:

Caso 1

$$2 + 2 = 2 * 2$$

$$a + a = a * a$$

Caso 2

$$5x + 3 = 8x$$

$$9n + 9m = 18mn$$

Caso 3

Dos veces la edad de María es la mitad de la edad de Juan. Si Juan tiene 20 años. ¿Cuántos años tiene María?

Conclusiones

Es importante replantear los procesos de enseñanza en asignaturas como Matemáticas Básicas, Fundamentación Matemática y Fundamentos de Matemáticas.

Muchas de las investigaciones sobre la transición aritmética-álgebra están propuestas para los grados de secundaria, pero con el estudio que se llevó a cabo en la Universidad Católica de Colombia se probó la relevancia de ejecutar este tipo de investigaciones en los cursos iniciales de la educación superior.

El profesor, por ser quien orienta el trabajo en el aula, debe valorar las dificultades que pueden surgir en los procesos de enseñanza-aprendizaje y descentrar el interés en cubrir los temas de la parcelación.

Referencias

- Carpenter, T. P., Levi, L., Franke, M. L. & Zeringue, J. K. (2005). Algebra in elementary school: developing relational thinking. *Madison ZDM*, 37(1), 53-59.
- Ministerio de Educación Nacional, Viceministerio de Educación Superior. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Recuperado de: https://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articles-254702_libro_desercion.pdf
- Prediger, S. (2010). How to develop mathematics-for-teaching and for understanding: the case of meanings of the equal sign. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(1), 73-93.

Experiencias de aprendizaje en proyectos de aula: una estrategia para la retención universitaria

Jenny Rebolledo Mórelo*, Rocío Barros González**

Resumen

En este artículo se examinan los factores y fundamentos asociados a la deserción durante los primeros semestres académicos. Se estudia además el planteamiento de la estrategia para retención a través de la democratización de las ciencias y los proyectos de aula como una estrategia para el desarrollo y la mejora en el proceso de aprendizaje de los alumnos. Por último se explica la estrategia, los resultados y el impacto en la primera fase del proyecto, y se reflexiona sobre la aplicación de la primera fase del proyecto para el aprendizaje y la mejora educativa.

Palabras clave: experiencias de aprendizaje, deserción universitaria, competencias.

“Learning experiences in classroom project” a strategy for the university retention

Abstract

The first section, examines factors associated with attrition, Fundamentals of desertion during the first semesters in the second paragraph the approach of the strategy for retention through the democratization of science and projects

* Bacterióloga, magíster en Gestión Ambiental, Calidad y Auditoría para Empresas, magíster en Alta Dirección, asesora de desarrollo de la comunidad indígena Zenú Tolú Viejo, profesora del área de Ciencias Naturales y coordinadora de Docencia de la Facultad de Ciencias Básicas Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar (Barranquilla, Colombia). jrebolledo1@unisimonbolivar.edu.co

** Instrumentadora quirúrgica, enfermera, especialista en Auditoría en Servicios de Salud y en Salud Ocupacional. Maestrante en Sistemas Integrados de Gestión y coordinadora de Programa Institucional de Excelencia Académica en el Programa de Instrumentación Quirúrgica, Universidad Simón Bolívar (Barranquilla, Colombia). rbarros7@unisimonbolivar.edu.co

classroom as a strategy for development and improvement in the learning process of students, third paragraph gives explanation of the strategy results and impact in the first phase of the project and a reflection that arises from the application of the prior phase of the project for learning and educational improvement.

Keywords: experiences of learning, college dropout, competences.

Introducción

El Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES) ha sido fundamental para realizar el análisis de los principales factores asociados a la deserción en Colombia. Se ha definido que las competencias académicas desarrolladas por los estudiantes en la educación media, la situación económica del núcleo familiar y la orientación vocacional tienen una fuerte incidencia en la adaptación al ambiente universitario; ocasionando una deserción del 75 % durante los primeros cuatro semestres (Ministerio de Educación Nacional, 2015).

En las instituciones de educación superior (IES) la deserción relacionada con los logros académicos es un problema, las explicaciones alrededor de este tema apuntan a las dificultades pedagógicas en educación media —especialmente en áreas de ciencias exactas (matemática y física)—, así como a las débiles competencias en interpretación, argumentación e inferencia, debido al bajo nivel de lectura y escritura en los estudiantes durante su formación básica (Bravo y Mejía, 2010).

Otros factores como la desigualdad social, cultural y económica en la población marcan diferencias en los actores, pues pueden volver vulnerables a los estudiantes al no poder adaptarse a las nuevas condiciones que les exige el ambiente universitario. Urresti (2000) invita a comprender a los educandos de acuerdo con las características del mundo, las transformaciones y desafíos que provocan los adelantos tecnológicos y la forma en que estos se relacionan con su entorno cercano y lejano. Dejando de lado la descripción y comparación entre generaciones que pueden estimular la emisión de juicios sobre si su comportamiento es apropiado o inapropiado, este actor emergente debe ser integrado y aceptado en las instituciones educativas.

Según el Ministerio de Educación Nacional (2007) la educación inclusiva posibilita la multiculturalidad y la acogida de estudiantes, con la idea de que “todos pueden aprender, siempre y cuando su entorno educativo ofrezca condiciones y

provea experiencias de aprendizaje significativas”. Las IES han hecho cambios dinámicos en docencia, investigación y extensión para responder a las necesidades de la sociedad actual y al reto de estimular competencias en gestión del cambio y enfrentarse a escenarios desconocidos (Zabalza, 2002).

En la Universidad Simón Bolívar (Barranquilla) dentro de la alineación para una educación de calidad se ha propuesto disminuir la deserción –en los primeros semestres de universidad– asociada al estrato socioeconómico y a los aspectos académicos, a través de la implementación del plan de mejora institucional que tiene como base el reconocimiento de lo propio, en donde se relaciona el entorno social y cultural de la región Caribe; y del fomento del estudio y la democratización de las ciencias para lograr cambios perdurables en el tiempo como elementos transformadores de la sociedad. El Programa de Excelencia Académica en colaboración con la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas estimula el aprendizaje de la ciencia para que los profesionales en formación sean integrales desde los primeros semestres y para disminuir la repitencia de asignaturas durante los tres primeros semestres.

Democratizar las ciencias, una necesidad básica

En el ámbito internacional las necesidades básicas educativas son: habilidad en lectoescritura, competencias ciudadanas y capacidad para realizar diferentes ocupaciones, es decir, con la educación básica se obtiene una serie de conocimientos que permiten razonar y no solo resolver la supervivencia (Barón y Badilla, 2003).

Según Pierre Bourdieu en una entrevista sobre la democratización de las técnicas del trabajo intelectual, la revisión bibliográfica, consulta en bases de datos, hacer diagramas, gráficos y cuadros, analizar la información y sustentar los resultados obtenidos, “son habilidades que tienen un sustrato social en los capitales económicos y culturales heredados. Que no es otra cosa que un *habitus* estructurado por un capital cultural”.

Desde esta perspectiva, los problemas que enfrentan las IES tienen un alcance superior al contacto con los estudiantes en el aula de clase y deben estudiarse para fijar las estrategias a implementar.

En el diseño de la propuesta de mejora aplicada en la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar, se sugiere determinar un hilo conductor entre el conocimiento cotidiano, el académico y el científico, así al

fusionarlos se propicia la formación integral que abarca conocimientos (capacidad cognoscitiva), habilidades (capacidad sensorio-motriz), destrezas, actitudes y valores, es decir, saber, saber hacer en la vida y para la vida, saber ser, saber emprender, saber vivir en comunidad y saber trabajar en equipo. Contextualizar y poner de manifiesto la correspondencia entre el conocimiento formal y no formal y valorar el saber adquirido con la experiencia personal, los conocimientos previos en el desarrollo humano, la imaginación, el arte y la creatividad (Badilla, 2003).

Para su consecución se sumaron a los centros de apoyo al desarrollo académico (Cada) las experiencias de aprendizaje, cuya finalidad es instaurar el hilo conductor entre lo cotidiano, el pensamiento científico y el pensamiento computacional.

Objetivo general

Implementar experiencias de aprendizaje a través de proyectos de aula como una estrategia para el desarrollo de las competencias de pensamiento científico, pensamiento crítico y pensamiento computacional para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de primero a tercer semestre de la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar.

Objetivos específicos

- Sistematizar la estrategia de proyectos de aula y ponerla en marcha con estudiantes de primero a tercer semestre de la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar.
- Evaluar y mejorar el impacto de la estrategia en estudiantes de primero a tercer semestre de la Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas de la Universidad Simón Bolívar.

Metodología

En la primera fase se realiza la caracterización de un grupo de 152 estudiantes según el estrato socioeconómico y el riesgo de deserción en el momento del ingreso, pertenecientes al Programa de Instrumentación Quirúrgica de tercer semestre. Durante cuatro periodos consecutivos se sistematiza la estrategia a partir de la ejecución de proyectos de aula que promueven la identificación de problemas, búsqueda de

soluciones y la interdisciplinariedad entre asignaturas de microbiología y cuidados básicos de estudiantes del Programa de Instrumentación Quirúrgica en los periodos 2015-2 - 2017-1, se efectúa evaluación y se proponen acciones de mejora.

En la segunda fase la muestra está formada por 343 estudiantes que asisten a los Cada de la universidad, correspondientes a 48 estudiantes de Ingeniería de Sistemas, 29 de Ingeniería Industrial, 43 de Medicina, 65 de Fisioterapia, 78 de Enfermería y 80 de Instrumentación Quirúrgica. Se aplica la estrategia a estudiantes pertenecientes a los Cada como proyecto piloto para establecer el hilo conductor entre lo cotidiano y la explicación científica seleccionando las asignaturas de primer semestre correspondientes a biología, bioquímica y álgebra con el objetivo de mejorar aspectos académicos y disminuir la tasa de repitencia de estas asignaturas en primer semestre, e incentivar a los alumnos a participar en programas institucionales para la excelencia académica.

Se lleva a cabo revisión de registros históricos haciendo la caracterización de los estudiantes, el diagnóstico de las asignaturas con mayor índice de repitencia y los temas con dificultad en las asignaturas; con esto, se determina la ruta de trabajo en las experiencias de aprendizaje de los proyectos de aula y se procede a evaluar el impacto de la estrategia en los estudiantes que participan en las experiencias de aprendizaje y la validez.

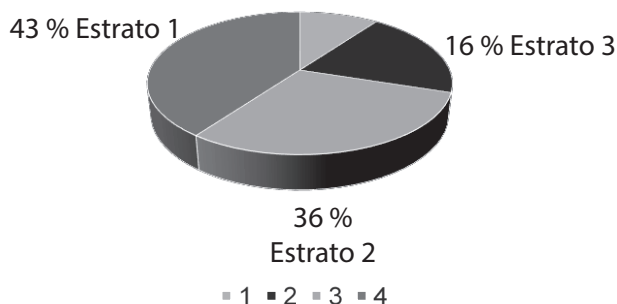
Resultados

Primera fase: sistematización de la estrategia. Total de estudiantes que participan en el proceso de sistematización: 152, pertenecientes al Programa de Instrumentación Quirúrgica en el periodo 2015-2 - 2017-1.

Tabla 1. Comportamiento socioeconómico estudiantes
Programa Instrumentación Quirúrgica

Estrato	2015-2	2016-1	2016-2	2017-1	Total	Estudiantes por estrato (%)
1	29	7	21	8	65	43
2	27	6	16	5	54	36
3	8	5	7	5	25	16
4	3	0	4	1	8	5
5	0	0	0	0	0	0
Total	67	18	48	19	152	100

Fuente: SPADIES.



Gráfica 1. Comportamiento socioeconómico de estudiantes de Instrumentación Quirúrgica

Fuente: SPADIES.

El 43 % de los estudiantes pertenece a estrato 1, el 36 % a estrato 2, el 16 % a estrato 3, el 5 % a estrato 4 y no hay estudiantes de estrato 5.

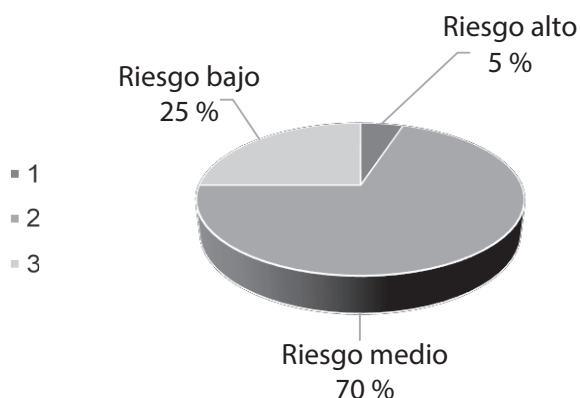
Impacto de la estrategia en estudiantes

- 11 estudiantes en semilleros de investigación.
- 17 estudiantes para el Programa Institucional de Monitores para la Docencia (PIM-D).
- 4 presentaciones en ponencias internas y externas de los trabajos hechos en proyectos de aula:
 - XII Encuentro Proyectos de Aula Microbiología, 27 de mayo de 2016.
 - II Jornada de Actualización en Procesos Quirúrgicos, 30 de mayo.
 - IV Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación en Ciencias de la Salud, 22 de agosto de 2017.
 - V Seminario Internacional de Promoción y Prevención: Seguridad del Paciente.

Tabla 2. Caracterización de los estudiantes que ingresan a programas de monitoría y semilleros según riesgo de deserción

Nivel de riesgo de deserción	Número de estudiantes	Monitoría	Semillero	Semillero y monitoría	Nivel de riesgo de deserción (%)
Rojo: alto riesgo	1	0	1	0	5
Amarillo: riesgo medio	14	6	6	7	70
Verde: riesgo bajo	5	2	4	2	25

Fuente: Informe de caracterización 2015-2017, Oficina de Bienestar Estudiantil, Universidad Simón Bolívar, Sistema de Información Académico (SIAAF), p. 55.



Gráfica 2. Porcentaje nivel de riesgo de deserción de estudiantes que ingresan a programas de monitoría y semilleros

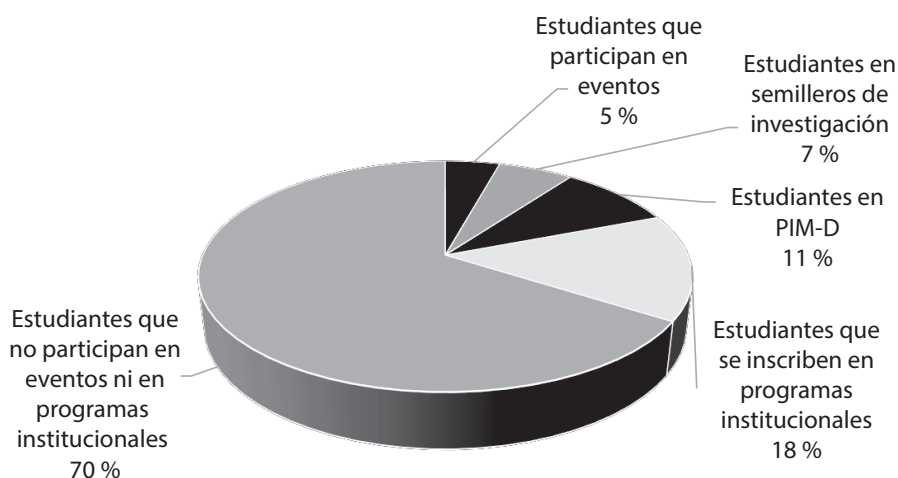
Fuente: Informe de caracterización 2015-2017, Oficina de Bienestar Estudiantil, Universidad Simón Bolívar, Sistema de Información Académico (SIAAF), p. 55.

Según la caracterización realizada por bienestar institucional, el 5 % de los estudiantes que ingresaron a programas de monitoría y semilleros se encontraba en alto riesgo de deserción, el 70 % en riesgo moderado y el 25 % no presentaba riesgo de deserción.

Tabla 3. Consolidado de estudiantes en actividades

Total de estudiantes	Estudiantes que participan en eventos	Estudiantes en semilleros de investigación	Estudiantes en PIM-D	Estudiantes que se inscriben en programas institucionales	Estudiantes que no participan en eventos ni en programas institucionales
152	8	11	17	28	124
	5 %	7 %	11 %	18 %	70 %

Fuente: Informe de gestión 2015-2017,
Programa Institucional de Excelencia Académica (PIEA).



Gráfica 3. Resultados primera fase

Fuente: Informe de gestión 2015-2017,
Programa Institucional de Excelencia Académica (PIEA).

En una población de 152 estudiantes del Programa de Instrumentación Quirúrgica que participaron de la estrategia, 28 estudiantes (18 %) se movilizaron en la inscripción a programas institucionales, 11 (7 %) en semilleros de investigación y 17 (11 %) en el programa PIM-D, además de las propuestas hechas en los proyectos de aula de sus experiencias, se postularon a cuatro eventos internos y externos el 5 % de los educandos.

Reflexiones finales

La caracterización de los estudiantes en relación con el estrato socioeconómico muestra que la mayor parte de la población pertenece a los estratos 1 (46 %), 2 (36 %) y 3 (16 %), asociados con un riesgo medio de deserción y con bajos resultados en las Pruebas Saber 11.

El desempeño de los estudiantes al establecer estrategias de aprendizaje que les permitan desarrollar sus habilidades desde un punto de vista técnico, científico, humano y creativo, se incentiva con una actitud crítica y activa del aprendizaje. El alumno se moviliza al cambio y se convierte en autogestor de su propio aprendizaje con empoderamiento y la concepción de autonomía en su proceso formativo.

Es fundamental la articulación de la institución en función de optimizar los recursos de los que dispone para acompañar al estudiante en la transición del colegio a la universidad. La planeación de este tipo de estrategias formativas, así como la elaboración de documentos para la planeación, ejecución y evaluación de la actividad y la recopilación de la información, cobran relevancia al momento de evidenciar el impacto de las estrategias en el estudiante.

Referencias

- Badilla, L. (2003). Documentos sobre algunos aportes al concepto de competencias desde la perspectiva de América Latina. *Proyecto Tuning América Latina*, 60-93.
- Bravo, M. & Mejía, A. (2010). Los retos de la educación superior en Colombia: una reflexión sobre el fenómeno de la deserción universitaria. *Revista Educación en Ingeniería*, 5(10), 85-98.
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior*. Bogotá: MEN.
- Urrestí, M. (2000). Paradigmas de participación juvenil: un balance histórico. En: S. Balardini (comp.). *La participación social y política de los jóvenes en el horizonte*. Buenos Aires: Clacso.
- Zabalza, M. A. (2002). *La enseñanza universitaria: el escenario y sus protagonistas*. Vol. 1. Madrid: Narcea Ediciones.

MOEBIUS: hacia una didáctica de la transición enseñanza media superior-universidad

Anabel Fleitas*, Marina Míguez**

Resumen

El limitado acceso a la universidad es un problema apremiante en toda América Latina. Es imperioso encontrar caminos que garanticen la permanencia y egreso de los estudiantes, sobre todo los pertenecientes a los sectores más desfavorecidos. Si bien muchos jóvenes ingresan a la universidad, numerosos son también los que desertan. El primer año es crucial en la decisión de permanecer o abandonar los estudios. Entender la transición de la enseñanza media superior (EMS) a la universidad resulta vital. La Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Montevideo, Uruguay) hace años viene analizando esta problemática. Entre el 2014 y el 2016, elaboró, organizó y desarrolló el asesoramiento pedagógico-didáctico de una propuesta dirigida a mejorar el tránsito de estudiantes hacia la universidad: el Módulo de Enseñanza Bachillerato Integrado a la Universidad (MOEBIUS). Este módulo semipresencial estuvo dirigido a estudiantes del último año de EMS, impartido por profesores de ambos subsistemas y orientado a estrategias de aprendizaje, comprensión lectora, trabajo en equipo e integración a la universidad.

Por primera vez en Uruguay, surge la creación de un espacio vincular integrado entre profesores de EMS y docentes universitarios. Abordar la problemática de la transición implica reconocer la existencia de la intersección entre estas dos culturas diferentes: universidad y EMS. Partiendo de un plano de igualdad y colaboración en estos años de experiencia, se conformó un equipo docente mixto, con resultados exitosos en el desarrollo del MOEBIUS.

Palabras clave: transición, universidad, bachillerato, didáctica.

* Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República (Montevideo, Uruguay). anabelf@fing.edu.uy

** Unidad de Enseñanza, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República (Montevideo, Uruguay). mmiguez@fing.edu.uy

MOEBIUS: towards a didactics of the transition higher secondary education-university

Abstract

Entering university is a pressing problem throughout Latin America. It is imperative to find paths that guarantee the permanence and graduation of students, fundamentally those belonging to the most disadvantaged sectors. Although many young people enter the university, in some cases, this becomes as Tinto (2000) says in a 'revolving door': they leave. The first year is crucial in the decision to stay or drop out of school. Understanding the Transition Secondary Higher Education (EMS) - University is vital. The Unit of Education of the Faculty of Engineering (UEFI) of the University of the Republic (Udelar) has been analyzing this problem for years. Between 2014-2016, it elaborated, organized and developed the pedagogical-didactic advice of a proposal aimed at improving student passage to the University: the Integrated Baccalaureate Teaching Module at the University (MOEBIUS). This semi-face-to-face module was aimed at students of the last year of EMS, taught by teachers of both subsystems, oriented to work on learning strategies, reading comprehension, teamwork, integration to the University.

For the 1st time in Uruguay, the creation of an integrated bonding space between EMS teachers and university teachers has arisen. Addressing the problem of transition implies recognizing the existence of the intersection between these two different cultures, University and EMS. Starting from a level of equality and collaboration in these years of experience, a mixed teaching team was formed, with successful results in the development of MOEBIUS.

Keywords: transition, college, baccalaureate, didactics.

Antecedentes

La Universidad de la República (Udelar) de Uruguay tiene características únicas en la región, es gratuita de libre acceso. Los estudiantes que hayan completado el nivel educativo anterior, la enseñanza media (EM), podrán ingresar a las diferentes facultades. Si bien el porcentaje de ingreso a la Udelar ha aumentado de forma significativa (produciéndose el deseado acceso de una población

antiguamente excluida), los altos índices de repetición, desgranamiento y desafiliación, principalmente en el primer año de las carreras (Curione y Míguez, 2011; Marrero, 1996; Míguez, Crisci, Curione, Loureiro y Otegui, 2007), preocupan y obligan a repensar la enseñanza y el aprendizaje universitario. También se constatan diversas dificultades relacionadas con el desempeño académico de los nuevos alumnos y el avance de los estudiantes en la facultad (Curione, 2010; Míguez, 2008; Míguez, Loureiro y Otegui, 2005) es menor a lo previsto por el plan de estudios. Luego de cinco años el 55 % de estudiantes no ha superado los créditos de la mitad de la carrera (Curione y Míguez, 2011; Míguez *et al.*, 2005).

La Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería (UEFI) desarrolla una línea de investigación de diagnóstico y seguimiento académico estudiantil. Se aplica desde hace años una herramienta diagnóstica al ingreso que permite conocer el punto de partida de los que entran a la facultad. Mide algunas competencias de los estudiantes al iniciar las carreras en las áreas de física, matemática, química y comprensión lectora. Se encuentra: elevada tendencia a la desafiliación en el primer año, problemas en la adquisición de actitudes y hábitos hacia el aprendizaje y dificultades en comprensión lectora y expresión escrita. Datos similares a los resultados de investigaciones en universidades de otros países.

El tránsito de la EM a la universidad se percibe como un camino arduo (Ambroggio, 2000), dado que los diferentes actores deben afrontar diversos cambios. Estudios como los de Tinto (1975), Marrero (1996) y Jolis (2000) indican la multicausalidad de esta problemática y la importancia que tiene la transición y el primer año en la continuación de los estudios universitarios.

El estudiante debe comenzar a actuar, relacionarse y afrontar la responsabilidad del estudio de otra manera. Por otra parte, los cursos en la universidad están planificados suponiendo un grupo homogéneo de estudiantes poseedores de determinados conocimientos y habilidades para emprender sus estudios con éxito. Se cree que la vía para mejorar la transición es hacer acuerdos y labores coordinadas entre docentes de ambos subsistemas.

La experiencia de articulación enseñanza media-universidad

En el 2008 surge la experiencia de articulación EM-UdelaR (Míguez, 2008) en un intento por lograr un mayor ingreso de estudiantes, su permanencia en la universidad y por mejorar la interrelación entre los dos sistemas educativos. Su alcance

es de unos 1400 estudiantes de los tres últimos años de la EM. Se trabaja con cinco instituciones educativas, aquellas de las que provienen la mayor cantidad de estudiantes que ingresan a la Facultad de Ingeniería (FIng) en los últimos años.

Se desarrollan actividades con los estudiantes de EM, se realizan talleres en sus propias instituciones —con la guía de profesores de la UEFI— para tratar cuestiones como motivación, estrategias de estudio y uso y organización del tiempo. Posteriormente se hace seguimiento de estos mismos estudiantes en el transcurso de su primer año de facultad. A partir de estos trabajos se ejecutan algunas acciones que contribuyen y apoyan la mejora en el tránsito EM-UdelaR.

También participan profesores de física, química y matemática de sexto año de EM y maestros universitarios que imparten cursos de primer año (facultades de Ingeniería, Ciencias, Química y Arquitectura).

Módulo de Enseñanza Bachillerato Integrado a la Universidad apoyando la transición

Dado que la transición puede mejorar con el trabajo colaborativo entre docentes de ambos subsistemas (EM-UdelaR), la UEFI desde el 2014 elabora y organiza una propuesta de carácter único para el Uruguay: el Módulo de Enseñanza Bachillerato Integrado a la Universidad (MOEBIUS). Este módulo tuvo tres ediciones y fue cursado de forma voluntaria por estudiantes del último año de EM (sexto bachillerato) que piensan ingresar a la universidad.

Esta experiencia consideró, además de los contenidos específicos, las orientaciones motivacionales (Huertas, 1997) y las estrategias de aprendizaje ya que inciden fuertemente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Descripción del Módulo de Enseñanza Bachillerato Integrado a la Universidad

Esta experiencia surge para mejorar la transición EM-UdelaR. A partir de un trabajo colaborativo e integrado de profesores de EM (docentes de física, matemática y química) y de UdelaR (de las facultades de Ingeniería, Ciencias, Química y Arquitectura) se intenta aportar en la optimización de la inserción de estudiantes en la universidad. Para esto se brinda apoyo en estrategias de

aprendizaje y comprensión lectora vinculadas a contenidos asociados a estas áreas del conocimiento.

La coordinación y desarrollo de esta experiencia estuvieron a cargo de profesores de diversos perfiles académicos de la UEFI, fundamentalmente de docentes con formación en ciencias y educación.

Los estudiantes participantes fueron del último año de EM que ingresarían a algunas de las facultades mencionadas. La participación fue voluntaria, inscribiéndose 120 alumnos aproximadamente en cada edición.

Propuesta de trabajo

La planificación del módulo se hizo en forma intensiva, docentes de física, química y matemática de ambos subsistemas conjuntamente con los docentes de la UEFI realizaron encuentros presenciales y a través de la plataforma Moodle, en el espacio EVA (entorno virtual de aprendizaje, plataforma Moodle educativa de la UdelaR) de la FIng. Se celebraron diversos acuerdos formándose subgrupos de trabajo. Se tomaron en cuenta aspectos como: el grado de integración que el estudiante logre conformar con la institución influye en su permanencia, la existencia de una correlación significativa entre estrategias de aprendizaje empleadas por los estudiantes y su rendimiento académico, las carencias de herramientas de que disponen los jóvenes para enfrentar el estudio universitario y las dificultades que estos tienen en matemáticas, física y química.

Los profesores debieron reflexionar sobre sus propias prácticas, estableciendo objetivos comunes, presentación de temas, estrategias didácticas, contenidos a tratar y profundización. Se enfatizó la importancia de conformar equipos integrados por docentes de ambos subsistemas a la hora de trabajar con los estudiantes.

Luego de varios encuentros e intercambios en el EVA los educadores definieron la propuesta a ejecutar con los estudiantes: tres encuentros presenciales de modalidad taller de tres horas y media cada uno y realización de actividades tuteladas en la plataforma EVA. Una de las principales preocupaciones fue cómo motivar a los estudiantes, así como también qué estrategias utilizar para el abordaje de los temas que no fueran puramente expositivas. Se creyó que sería beneficioso que los estudiantes conocieran las facultades, por lo que los encuentros presenciales se llevaron a cabo en las facultades de Ingeniería, de Química y de Arquitectura de la universidad.

Los profesores seleccionaron contenidos de física, química y matemática de los cursos de primer año de las facultades participantes. Se buscó hacer hincapié en aspectos teóricos y operacionales conocidos por los estudiantes, enriqueciéndolos con nuevos temas que se abordan en primer año de facultad. Al comienzo se desplegaron múltiples técnicas grupales con el fin de lograr la mejor interrelación de los alumnos de las diferentes instituciones y se trabajó con fichas relacionadas con diversas cuestiones sobre cómo se aprende. Posteriormente se comenzó con los temas disciplinares. De forma transversal se aplicaron durante todo el MOEBIUS estrategias de aprendizaje y comprensión lectora, sobre todo en los encuentros presenciales.

Evaluación de la experiencia

Diversas investigaciones reportan la relevancia del primer año en la continuidad de los estudios superiores (Álvarez, Figuera y Torrado, 2011). Varios autores señalan (Ambroggio, 2000; Ambroggio, Sosa, Daher y Biber, 2007; Jolis, 2000; Míguez, 2008) que la entrada a la universidad supone un gran cambio en el ecosistema del individuo. El cómo se enfrente y qué mecanismos compensatorios elaborará quien ingresa a la universidad determinarán su ulterior desempeño académico. El tránsito de la EM centrada en varios intereses, a la elección de una única opción en la universidad, que será su profesión futura, no es fácil.

Es importante la capacidad que tenga el estudiante para integrarse a la vida universitaria y crear lazos sociales satisfactorios. También lo es la habilidad que tengan los docentes universitarios para implementar estrategias didácticas adecuadas, estableciendo vínculos con los estudiantes que logren su integración y aprendizaje. En el contexto de masificación en que se encuentra la UdelaR, la despersonalización que viven los estudiantes al ingresar es un factor que incide negativamente tanto en la permanencia como en los primeros resultados académicos de los estudiantes.

MOEBIUS, generando lazos con los futuros docentes de la facultad, favorece la integración de los estudiantes, a la vez que contribuye a la incorporación de nuevas estrategias de aprendizaje acordes con los nuevos desafíos académicos universitarios. También aporta al conocimiento entre estudiantes de diferentes liceos que serán compañeros el año siguiente en las facultades, pudiendo establecer un vínculo previo, favoreciendo así la integración y permanencia.

Los alumnos participantes de la experiencia han señalado estos elementos como muy positivos, reconociendo una oportunidad muy valiosa. También resaltaron el haber formado un grupo de compañeros nuevos previo al ingreso a la facultad, sintiéndose menos aislados y rescatando el valor del trabajo en equipo. La posibilidad de conocer la infraestructura y mecánica universitaria y el utilizar recursos y estrategias que emplearán en su vida universitaria fueron también muy positivos.

Por su parte, los docentes también juzgaron como muy provechoso y enriquecedor el intercambio que se suscitó en MOEBIUS. Poder observar las prácticas de enseñanza de otros docentes fue vital para comprender-conocer los mecanismos existentes en el otro subsistema.

MOEBIUS se sitúa en el intersticio de dos culturas distintas, reconociendo las diferencias existentes en cada espacio pero creando el nexo de genuinas posibilidades de colaboración. Los profesores se hallaron en un lugar de igualdad e interés por los estudiantes.

Por todo lo anterior, se evalúa como muy positiva esta experiencia por parte de los estudiantes, maestros y autoridades del sistema educativo. “Se destaca el trabajo conjunto, colaborativo y sostenido entre docentes de EM y Udelar, logrando exitosamente los objetivos propuestos para esta experiencia piloto” (*Informe experiencia articulación FIng-EM*, 2015, p. 7).

Reflexiones

Como ya se señaló la experiencia MOEBIUS fue exitosa. Ha sido valorada como muy positiva y enriquecedora por todos sus participantes. La evaluación continua que se realizó permitió enriquecer las sucesivas ediciones.

Es menester señalar que durante la ejecución del MOEBIUS surgieron lógicamente algunas dificultades. Se considera imperioso contar con apoyo de autoridades y el reconocimiento (por ejemplo de la tarea docente que implica, el tiempo de trabajo ocupado en planificar, coordinar, elaborar informes, etc.) para facilitar un óptimo desarrollo de este tipo de experiencias. También es vital disponer de los recursos necesarios para llevar a cabo su correcta implementación.

Referencias

- Álvarez, M., Figuera, P. & Torrado, M. (2011). La problemática de la transición bachillerato-universidad en la Universidad de Barcelona. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 22(1), 15-27.
- Ambroggio, G. (2000). El primer año en la universidad y la permanencia en la carrera. *Cuadernos de Educación*, 1(1), 133-143.
- Ambroggio, G., Sosa, M., Daher, A. & Biber. (2007). Comenzar una carrera en la universidad: las perspectivas estudiantiles. *Cuadernos de Educación*, 5, 83-100.
- Curione, K. & Míguez, M. (2011). *¿Multiplicar el acceso o hacer efectiva la permanencia?* Montevideo: Asociación de Universidades Grupo Montevideo.
- Huertas, J. A. (1997). *Motivación: querer aprender*. Buenos Aires: AIQUE.
- Jolis, M. D. (comp.). (2000). *Los adolescentes en la escuela y en la universidad. Qué se dice y qué se hace*. Buenos Aires: Grupo Editorial Lumen.
- Marrero, A. (1996). Del bachillerato a la universidad. Rupturas y continuidades. Éxitos y fracasos. *Papeles de Trabajo de Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación*. Montevideo: Universidad de la República.
- Míguez, M. (2008). Análisis de las relaciones entre proceso motivacional, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes del área científico-tecnológica de la Universidad de la República. Tesis doctoral. Montevideo: Universidad de la República.
- Míguez, M., Crisci, C., Curione, K., Loureiro, S. & Otegui, X. (2007). Herramienta diagnóstica al ingreso a Facultad de Ingeniería: motivación, estrategias de aprendizaje y conocimientos disciplinares. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*, 14(8), 29-37.
- Míguez, M., Loureiro, S. & Otegui, X. (2005). *Aprendizaje, enseñanza y desempeño curricular en la Facultad de Ingeniería: análisis cuantitativos y cualitativos*. Serie Análisis de Datos. Montevideo: Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.
- Tinto, V. (1975). Dropout from higher education: a theoretical síntesis of recent research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.
- Tinto, V. (2000). Linking learning and leaving: exploring the role of the college classroom in student departure. En: J. M. Braxton (ed.). *Reworking the student departure puzzle* (pp. 81-94). Nashville: Vanderbilt University Press.

Formulación de una estrategia para la enseñanza del concepto de la derivada a partir de los conocimientos previos y su impacto en la disminución de la deserción escolar

Rubén Darío Castañeda B.*

Resumen

La investigación tuvo como objetivo formular una estrategia didáctica que promoviera el aprendizaje a partir del análisis de los conocimientos previos de los estudiantes de primer semestre de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia sobre el concepto de la derivada. Su propósito también fue examinar el impacto de dicha estrategia en la disminución de la deserción escolar. Se enmarca en la línea de investigación en Evaluación que ofrece el programa de Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Se planteó dentro del enfoque exploratorio-descriptivo, estudiando una realidad educativa, con un diseño metodológico descriptivo exploratorio que permite cumplir el objetivo de investigación.

Palabras clave: conocimientos previos, aprendizaje, constructivismo, estrategias didácticas.

* Universidad Católica de Colombia, Departamento de Ciencias Básicas. rcastanedab@ucatolica.edu.co

Formulating a teaching strategy for the concept of derivative based on previous knowledge and its impact on the student desertion decline

Abstract

The purpose of this research was to formulate a didactic strategy to promote learning based on previous knowledge from first semester engineering students at Universidad Católica de Colombia. Its objective was also to analyze the strategy's impact on the decline of student desertion. The research is a part of the line in Assessment offered by the masters program at Universidad Pedagógica Nacional. It was approached within a descriptive and exploratory stance in order to study an educative reality with a methodological design that accomplished the research's objective.

Keywords: previous knowledge, learning, constructivism, didactic strategies

Introducción

Esta investigación se inscribe en la perspectiva del aprendizaje de la matemática y tiene como objetivo formular una estrategia didáctica que promueva el aprendizaje desde el constructivismo y que les permita a los estudiantes desarrollar sus competencias. La propuesta se hizo a partir del análisis de los conocimientos previos –y la identificación de aquellos que aún hacen falta– de los estudiantes de primer semestre de ingeniería de la Universidad Católica de Colombia sobre el concepto de la derivada. Examina y describe los resultados de un grupo de cálculo diferencial con un total de 24 estudiantes, a quienes se aplicó la prueba de conocimientos previos. El estudio muestra los resultados de esta prueba y plantea el diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza del cálculo diferencial en el concepto de la derivada. También refiere su impacto en la reprobación o deserción de estudiantes.

Justificación

El trabajo se ubica en la línea de investigación en Evaluación que ofrece la Maestría en Educación de la Universidad Católica de Colombia y es de importancia para el investigador porque, si algunos de los problemas son la reprobación académica y la deserción causadas por deficiencias en el aprendizaje de los estudiantes, una alternativa de solución es que se busque promover el éxito estudiantil, que fortalezca la formación de buenos profesionales, encargados de aportar al desarrollo del país. Se sigue el modelo de enseñanza-aprendizaje de la Universidad Católica de Colombia, centrando la atención en uno de los componentes del aprendizaje por competencias: los conocimientos previos de los educandos, para con base en ellos, orientar el diseño de una propuesta didáctica que mejore los aprendizajes, generando una espiral de beneficios para toda la comunidad educativa.

Referente teórico

Aprendizaje

La primera pregunta que involucra el referente teórico es ¿qué es aprendizaje?, Para Rubio y Álvarez “el aprendizaje puede definirse como el proceso por el cual se produce un cambio, más o menos permanente, en el comportamiento o se adquiere un conocimiento” (2010, p. 4). El aprendizaje es el acto por el cual el estudiante modifica su comportamiento, como consecuencia de una motivación o de una misma situación en la que se encuentre inmerso. En el contexto universitario, significa hacer propios los contenidos de la enseñanza, teniendo como soporte el currículo previamente establecido, con las directrices y objetivos orientados hacia la profesión de ingeniero.

Constructivismo

De acuerdo con los cambios sociales y las nuevas pedagogías, el constructivismo aparece en la educación como respuesta histórica a los nuevos problemas del hombre y a las nuevas tecnologías que hacen su ingreso en el campo de la educación, puesto que es una alternativa para el sistema educativo, porque facilita y promueve la indagación de manera eficiente e inmediata.

El paradigma constructivista dentro de la educación se sustenta en los trabajos de Lev S. Vygotsky (1896-1934) y Jean Piaget (1896-1980), cuyo énfasis está en lograr adecuar o encontrar la episteme de cómo se aprende, es decir, la génesis y desarrollo del conocimiento y la cultura. El constructivismo constituye un área de estudio multi e interdisciplinaria porque su teoría se apoya en ciencias como la biología, la lógica, la filosofía, la lingüística, la matemática y la pedagogía. La pregunta que surge para este nuevo paradigma es la siguiente: ¿se puede construir y reconstruir el conocimiento? La respuesta es simplemente la que erige el paradigma constructivista de la educación, la enseñanza y el aprendizaje.

La matemática se concibe como un sistema completamente abierto, que se somete a la verdad o falsedad según los argumentos teóricos, por tanto, debe existir un agente que medie entre la ciencia y el estudiante que desea construir su conocimiento. Este agente mediador es el docente, quien orienta al estudiante en el descubrimiento y construcción de conocimiento, estimulando su pensamiento la generación de hipótesis, la fantasía y el valor de equivocarse y asumir elementos pedagógicos fundamentales para aprender y alcanzar su desarrollo personal e íntegro (Lerman, 2010).

En este sentido, el constructivismo responde por cómo se construye el conocimiento, considerando que este no corresponde al almacenamiento de información, sino al despliegue de capacidades, habilidades, hábitos, métodos, procedimientos, técnicas y actitudes del individuo que aprende. El constructivismo se plantea el desarrollo personal subrayando la actividad mental constructivista —actividad autoconstructivista del sujeto—, para lo cual insiste en lograr un aprendizaje significativo que, según Ausubel, Novak y Hanesian (1983) se produce mediante la creación previa de situaciones de aprendizaje por parte del docente que permite a sus estudiantes una actividad mental y social que redunde sustancialmente en su desarrollo.

Didáctica

La didáctica es fundamental para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más eficiente, más ajustado a la naturaleza y a las posibilidades del estudiante y de la misma comunidad universitaria. Según Moral y Pérez (2010) la didáctica se interesa por la forma como un contenido es enseñado, no por lo que se va a enseñar, por esta razón es necesario tener en cuenta el contexto donde se promueve el aprendizaje: el aula de clase, el docente, el medio cultural, lo afectivo y lo social.

No se desconoce hoy que la didáctica ha permeado las aulas universitarias y ha roto paradigmas en la enseñanza de la matemática, como el intelectualismo basado en la memorización, repitencia y mecanización de los contenidos. Desde este punto de vista se debe reconocer que la didáctica hace del docente un profesional más consciente y eficiente.

Didáctica de la matemática

Cuando se mencionan transformaciones en la enseñanza del cálculo diferencial y en general de la matemática, la mayoría coincide en que esos cambios deben afectar los currículos vigentes, el uso de otros materiales y la tecnología dentro de la formación didáctica de los nuevos profesionales dedicados a la docencia, de aquí que muchos apunten a diseñar nuevas metodologías, aunque los cambios propuestos no sean aún muy evidentes (Moreno, 2005).

Ahora bien, la didáctica no se trata de enseñar a enseñar la matemática, sino de reflexionar sobre la problemática del aprendizaje con base en las experiencias de los docentes universitarios, para “crear dispositivos de investigación científicamente significativos que expliquen los fenómenos de lo ocurrido o de la falta de aprendizaje” (D’Amore, 2011, p. 23). En otras palabras, convertirse en un docente investigador que esté continuamente aplicando diferentes estrategias cuyos resultados puedan ser discutidos entre pares.

Estrategias de aprendizaje

En la investigación se asume el modelo de aprendizaje que tiene su cimiento en la implementación de estrategias en el aula de clase, con apoyo en el modelo educativo y evaluativo institucional centrado en la enseñanza por competencias. Dentro de este modelo se considera al sujeto el pilar fundamental de las múltiples actividades, que para la investigación corresponde a los estudiantes y al docente (inductor y orientador del proceso), teniendo como soporte la teoría constructivista, donde el conocimiento es un proceso que se construye y se constata a través de la verificación de las competencias (Negrete, 2010).

Una estrategia de aprendizaje es un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) y al mismo tiempo de instrumento psicológico que un alumno adquiere y emplea intencionalmente como recurso flexible, para aprender significativamente y para solucionar problemas y demandas académicas. Su empleo implica una continua actividad

de toma de decisiones, un control metacognitivo y está sujeto al influjo de factores motivacionales, afectivos y de contexto educativo-social (Legorreta, s. f., p. 1).

Metodología

La investigación tiene enfoque descriptivo exploratorio. La unidad de análisis es una prueba de conocimientos previos que se aplica a los estudiantes. Se analizan sus resultados de forma cuantitativa. Con base en los resultados se inició la elaboración de una estrategia didáctica que posteriormente pueda implementarse. El diseño de la estrategia se realizó con algunas actividades (talleres, ejercicios y guías de estudio) como plan piloto para obtener información y proponer la estrategia didáctica como posibilidad para la enseñanza del cálculo diferencial. La estrategia no se implementó, solamente se tomaron los resultados de la prueba de conocimientos previos como información cuantitativa y descriptiva.

Formulación de la estrategia didáctica

Para la formulación de la estrategia y con el análisis de las preguntas de la prueba de conocimientos previos, la fundamentación teórica de la misma disciplina, el conocimiento sobre pedagogía, didáctica, didáctica de la matemática y aprendizaje por parte del investigador y los referentes teóricos, se tienen en cuenta tres aspectos básicos en cuanto a contenidos se refiere: el primero alude a la aritmética y el álgebra que intentan cubrir algunas de las deficiencias con base en las estadísticas obtenidas. De este proceso, las respuestas correctas no superan el 20 %, lo que constata deficiencias en algunos contenidos. Se traza así una estrategia con los componentes pedagógico, didáctico y de aprendizaje y la teoría de la misma disciplina, pues son esenciales para motivar a los estudiantes a aprender más sobre el concepto de la derivada desde una perspectiva geométrica e incluyendo el paso al límite.

Actividades y recursos didácticos

- *Actividad 1.* Exploración: enfocada a capturar la atención y generar motivación en los estudiantes.

- *Actividad 2.* Identificación de conocimientos previos: actividad necesaria y punto de partida del proceso de aprendizaje significativo para conocer lo que saben los educandos. Se desarrolló en este trabajo de investigación.
- *Actividad 3.* Refuerzo y activación: orientada a la activación de los conocimientos previos de los estudiantes y a “generarlos cuando no existan” (Díaz y Hernández, 2010, p. 144).
- *Actividad 4.* Generación de información y significación del conocimiento: busca que los estudiantes activen, reflexionen y compartan los conocimientos previos sobre temas como funciones y gráficas; y que los utilicen para articularlos con los nuevos saberes.
- *Actividad 5.* Aplicación del conocimiento: pretende la consolidación del aprendizaje buscando que el estudiante resuelva problemas en situaciones reales o potenciales.
- *Actividad 6.* Generación de conocimiento: el estudiante plantea y desarrolla un pequeño proyecto de investigación con un problema de aplicación en el que su conocimiento le permita: identificar una situación problema, definir objetivos, proponer una alternativa de solución con una metodología determinada, resolver el problema con el conocimiento adquirido y presentar el resultado y las conclusiones.
- *Actividad 7.* Transferencia de conocimiento: actividad académica de socialización de resultados de los microproyectos de investigación, con el fin de reestructurar el propio conocimiento y evaluar el de los compañeros, haciendo autoevaluación del proceso, evaluación entre pares y heteroevaluación.

Conclusiones

Los resultados de la investigación evidencian la necesidad de diseñar actividades de aprendizaje con objetivos específicos, recursos didácticos y que se dirijan a: (i) motivar y capturar la atención del estudiante, (ii) hacer un estudio sobre sus conocimientos previos y (iii) realizar actividades de aplicación, generación y transferencia del conocimiento.

Como se encontraron deficiencias en contenidos básicos, se concluye que se debe iniciar con actividades de refuerzo de dichos contenidos y que promuevan el trabajo colaborativo.

Se recomienda que las actividades que forman parte de la estrategia se aborden desde el aprendizaje, teniendo en cuenta que el estudiante debe: (i) cambiar su

rol de receptor de información para convertirse en parte activa del proceso y (ii) cuestionarse su propia capacidad para aprender.

Otro aspecto que hay que considerar es la viabilidad de la estrategia, dado que no se puso a prueba. La investigación tuvo como objetivo la formulación de la estrategia, mas no su aplicación, por lo que es valioso promover un nuevo proyecto que dé a conocer los resultados de su implementación.

Referencias

- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ciudad de México: Trillas.
- D'Amore, B. (2011). *Didáctica de la matemática*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Díaz, F. & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Legorreta, B. P. (s. f.). *Estrategias de aprendizaje*. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Lerman, S. (2010). The social turn in mathematics education research. En: J. Boaler (ed.). *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning* (pp. 19-44). Nueva York: Ablex Publishing.
- Moral, C. & Pérez, M. (2010). *Didáctica: teoría y práctica de la enseñanza*. Madrid: Pirámide.
- Moreno, M. (2005). El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros. En: A. Maz, B. Gómez y M. Torralbo (eds.). *Noveno Simposio de la Sociedad Española de Educación Matemática SEIEM* (pp. 81-96). Córdoba: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Negrete, J. (2010). *Estrategias para el aprendizaje*. Ciudad de México: Limusa.
- Rubio, A. & Álvarez, A. (2010). *Formación de formadores después de Bolonia*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Universidad Católica de Colombia. (2013). *Las competencias en el contexto educativo de la Universidad Católica de Colombia*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

La indagación en proyectos transversales como estrategia pedagógica en la mediación entre la educación media y la universitaria

Antonio Ríos*

Resumen

Dentro de las estrategias pedagógicas de mayor impacto en la educación media se encuentra el enfoque de proyectos de indagación inter y multidisciplinares transversalizados, en el que se vinculan diferentes áreas y disciplinas del conocimiento, responsables de las competencias básicas requeridas por las pruebas Saber para un estudiante que haya finalizado su educación media. Observar, reconocer variables, tomar datos y representarlos, hacer inferencias, expresar hipótesis, analizar resultados, replantear preguntas y formular soluciones desde diversos contextos disciplinares, son acciones que se ejecutan en este tipo de metodología.

Con la planificación adecuada, los proyectos transversales son centros de atención y trabajo en equipo que favorecen la cooperación y la transferencia de conocimiento sociocultural. Los proyectos transversales no sustituyen sino que apoyan los currículos institucionales. Los docentes que se sientan comprometidos aportarán coherentemente a su desarrollo.

Las universidades podrían acogerse a este tipo de estrategia en la que se realizaría un proyecto por semestre y por grupo, en las denominadas ciencias básicas, con el propósito de remediar el paso del bachillerato a la universidad y facilitar el aprendizaje de conocimientos relacionados con la ciencia y la matemática específicamente.

Palabras clave: proyecto, transversalidad, indagación, multidisciplinariedad, mediación.

* Universidad Católica de Colombia. marios@ucatolica.edu.co

Inquiry in transverse projects as a teaching strategy in mediation between school and university education

Abstract

Among the pedagogical strategies with the greatest impact on secondary education is the cross-disciplinary inter- and multi-disciplinary research project, in which different areas and disciplines of knowledge are linked, responsible for the basic skills required by the tests to know for a student who has completed their secondary education. Observing, recognizing variables, taking data and representing them, making inferences, expressing hypotheses, analyzing results, re-thinking questions and formulating solutions from various disciplinary contexts, are the daily life of this type of methodology.

With adequate planning, cross-cutting projects become centers of attention and teamwork that favor cooperative work and social transportation of socio-cultural knowledge. Cross-cutting projects do not replace but support institutional curricula, as students advance their projects in parallel with the curriculum established in each subject that supports the project on each of its fronts. Teachers who feel committed will contribute coherently to their development.

Universities could benefit from this type of strategy in which a project per semester and by group in the so-called basic sciences would be developed, with the purpose of remedying the transition from baccalauréat to university and facilitating the learning of knowledge related to science and mathematics specifically.

Keywords: project, transversality, inquiry, multidisciplinary, mediator.

Introducción

De las propuestas pedagógicas más reconocidas implementadas por las instituciones de educación básica y media en Colombia se tienen: enseñanza para la comprensión (David Perkins), pedagogía dialogante (Louis Not), aprendizaje significativo (David Ausubel), inteligencias múltiples (Howard Gardner), aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos y pedagogía de la

indagación (Matthew Lipman), pedagogía tradicional (de transmisión, masiva y alejada de la experiencia del alumno), entre otras. De estas, las que han incursionado con mayor fuerza en el ámbito universitario, desde lo meramente estructural, han sido la tradicional y la de elaboración de proyectos, sin embargo, las diferencias de aplicación distan mucho de un lugar a otro. Por ejemplo, mientras en la básica primaria, básica secundaria y educación media la estrategia de proyecto tiene como fin establecer procesos y métodos didácticos para favorecer el aprendizaje, en la universidad el proyecto tiene un alcance mucho más académico, riguroso y disciplinar, dando por sentado que el estudiante reconoce sus connotaciones pedagógicas.

En la media vocacional los colegios que aplican el método de proyecto enfocan su atención en la indagación, la cual involucra: los métodos de observación, de selección, organización y recogida de datos, las formas de representarlos y la obtención de conclusiones. Otro cambio importante radica en la forma de incluir dentro del currículo un proyecto. Mientras en las universidades se trata de manera puntual una temática específica, o se aborda como complemento o cierre de una asignatura en particular, en la básica primaria y secundaria, el proyecto es una actividad muy general, de tipo transversal a la que las asignaturas se suman para producir un conocimiento amplio desde diversas perspectivas.

Es en este último escenario donde se propone la actividad de proyecto centrada en la indagación, como recurso para crear el puente entre la educación media y la universidad y hacer más transitable este paso que para muchos resulta difícil. Proyecto por indagación podría ser una estrategia para ayudar a enamorar y estabilizar al estudiante en su carrera, cuya aplicación sería apropiada durante los tres primeros semestres, espacio temporal en el que aparentemente está la mayor parte de la población indecisa y golpeada por los resultados de la transición no superada.

¿Por qué indagación en proyectos transversales al ingresar a la U?

Es común asumir dos tipos de competencia en el sector educativo: *genérico* y *específico*. Las competencias genéricas han sido objeto de estudio para la formación profesional por parte del Ministerio de Educación Nacional, tanto que en su boletín informativo N° 13 de diciembre de 2009, propone para la educación superior cuatro competencias genéricas: (i) comunicación en lengua materna y

otra internacional, (ii) pensamiento matemático, (iii) ciudadanía y (iv) ciencia, tecnología y manejo de la información. Las competencias específicas se forman en el manejo de los conocimientos y habilidades disciplinares, que resultan más familiares para la mayoría de los docentes.

En la literatura revisada sobre enseñanza-aprendizaje por proyectos son muchos los aspectos positivos que se mencionan en favor de esta estrategia:

- Está considerada dentro del constructivismo, porque se puede partir de los conocimientos que posee el estudiante, su saber puede cuestionarse y ponerse en crisis y, se puede conseguir un cambio conceptual de orden significativo.
- No depende de la escuela pedagógica que se asuma.
- Es independiente del tipo de aprendizaje.
- Es una propuesta inclusiva porque da oportunidad a toda clase de habilidades prácticas y teóricas.
- Estimula el aprendizaje significativo porque sus resultados se orientan al mundo real, estableciendo la razón del para qué de un aprendizaje.
- Admite el error como una nueva oportunidad para aprender.
- Favorece la metacognición.
- Los estudiantes son responsables en gran medida de su propio aprendizaje al construir su conocimiento en la medida en que avanza su indagación originando el autoaprendizaje.
- Proporciona suficientes elementos que permiten la autoevaluación porque el estudiante va reconociendo su nivel de aprendizaje.
- La mayoría del trabajo ocurre en tiempo real.
- No existen resultados únicos mostrando así una gama interesante de posibilidades todas igualmente aceptables.
- El conocimiento declarativo, el procedimental y la actitud son más fácilmente observables por parte del docente, quien cumple el rol de facilitador.
- Se pueden emplear múltiples técnicas y formas de evaluación en cada una de las etapas de indagación.

Aspectos básicos necesarios para trabajar por proyectos de indagación

Para proyectos basados en la indagación multidisciplinaria debe tenerse en cuenta que:

1. Se requiere que los docentes replanteen la forma de pensar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la universidad y la manera de evaluar a los estudiantes (seguimiento y monitoreo), de entender el currículo y, de manejar los tiempos en las aulas de clase, de lo contrario cualquier intento de trabajar por proyectos llevará a productos poco recomendables.
2. Se debe determinar si el proyecto de indagación se hará por semestres o se piensa en uno que se extienda por los semestres correspondientes a ciencias básicas (tres para el caso de la Universidad Católica de Colombia). Tiempo suficiente para lograr la estabilidad de los estudiantes en su carrera profesional.
3. El proyecto de indagación no es colateral sino central en el proceso de aprendizaje. Esto implica que los currículos de las asignaturas deben ponerse al servicio del proyecto.
4. Las temáticas de los proyectos surgen de una reunión de docentes multidisciplinaria, mediante una lluvia de ideas propuesta por los asistentes o sus representantes.
5. El currículo relacionado con el proyecto se forma con los profesores comprometidos, quienes informan qué parte del currículo disciplinario genera aportes a cada uno de los proyectos seleccionados.
6. Una vez escogido un proyecto, no podrá quedar por fuera de él ninguna asignatura.
7. En las clases, el docente sabrá en qué momento sus estudiantes han de realizar los correspondientes aportes teórico-prácticos al proyecto, orientando debidamente la indagación correspondiente.
8. El animador del proyecto será el maestro en el que recae con mayor intensidad el currículo establecido, bien sea en un semestre o en los tres posibles, según el caso.
9. La evaluación del proyecto se guiará por criterios asumidos previamente y su valor irá entre un 40 % y un 50 % de la nota total del estudiante. Esto lo definirá el tipo de política evaluativa de la universidad.
10. El número de horas fijado para el desarrollo de las competencias previstas se mantendrá sin cambio. Se debe aprender a optimizar los tiempos para distribuirlos entre el currículo propio del proyecto y el establecido por la universidad dentro de su estructura curricular. Al comienzo este aspecto puede resultar un tanto traumático pero controlable si la planificación se hace de forma efectiva.
11. Como estímulo, los mejores proyectos serán presentados a la comunidad universitaria, de modo que pueda garantizarse la circulación del conocimiento

entre los diferentes protagonistas del proceso de indagación. Esto ocurrirá en cada semestre o cada tres, según decisión tomada en el numeral (2).

12. Al finalizar cada semestre los animadores presentarán un informe por cualquier tipo de técnica a la coordinación pedagógica, para incluirlo en el plan de mejoramiento que ejecuta cada facultad dentro del proceso de gestión de la calidad institucional.
13. Se necesita un canal de comunicación eficiente para evitar traumatismos en el desarrollo de los proyectos de indagación.

¿Cómo trabajar con proyectos transversales centrados en indagación?

A partir de los proyectos escogidos y los currículos establecidos, la persona encargada o animador pedagógico facilitará el material informativo y físico requerido para que los docentes pongan en marcha la indagación con sus estudiantes. Las partes esenciales de este proceso son:

Planificación, que incluye básicamente:

- El currículo por establecer a partir de: el número de tópicos necesarios para la indagación, las líneas o hilos conductores de la indagación, los conocimientos que los estudiantes deben aprender, los conceptos centrales que se busca que comprendan y las formas de evaluación a considerar dentro del proyecto de indagación en cada uno de los procesos.
- La forma de articular o de tender los puentes cognitivos entre la indagación del proyecto y los diversos programas de la carrera, lo cual reclama una malla curricular que contemple dos aspectos elementales: la continuidad y la profundidad por semestre, esto evitará la repetición de temáticas o la exclusión de alguna de ellas.
- Los formatos exigidos para garantizar el desarrollo informado del proyecto.

La tutoría: factor que motiva el rendimiento académico en estudiantes en la transición colegio-universidad¹

Lida Rubiela Fonseca Gómez*, José Luis Ariza**,
Pedro Alfonso Mariño Beltrán***

Resumen

El objetivo general de este trabajo es determinar estrategias apoyadas en la tutoría para entender cómo funcionan los procesos de deserción y repitencia en estudiantes de primer semestre universitario en la transición colegio-universidad. Se busca evaluar estrategias como la tutoría que posibiliten la reducción de la tasa de deserción estudiantil fomentando la permanencia y graduación oportuna del universitario.

La deserción y repitencia son una realidad que afecta local, regional, nacional e internacionalmente a universidades privadas y públicas. Por lo que de forma casi constante académicos e investigadores han expresado la necesidad urgente de articular la realidad social de los estudiantes antes del ciclo universitario con unas bases de acompañamiento en el ciclo inicial universitario (aproximadamente tres primeros semestres), de manera que se pueda identificar estrategias que ayuden a mejorar los procesos de gestión académica.

1 Para más información sobre este tema consulte el grupo de investigaciones en el link: <https://unidadinvestigacion.usta.edu.co/index.php/procesos-de-gestion/grupos-de-investigacion>
O contacte directamente a los autores.

* Magíster en Educación, especialista en Diseño de Ambientes de Aprendizaje y en Estadística. Docente Facultad de Estadística, Universidad Santo Tomás (Bogotá, Colombia). Adscrita al grupo USTAdística de la Universidad Santo Tomás, en la línea de estadística aplicada. lidafonseca@usantotomas.edu.co

** Estadístico de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá, Colombia). Ha trabajado en empresas privadas como asesor estadístico y se ha desempeñado como docente universitario. joseluisariza.com@gmail.com

*** Estadístico de la Universidad Santo Tomás (Bogotá, Colombia). Ha trabajado en empresas privadas en el área administrativa y de logística. Actualmente se desempeña como docente universitario. marinobpedro@gmail.com

Es tal la preocupación en Colombia, que el Ministerio de Educación Nacional (2017) planteó aumentar en la educación superior, el número de estudiantes graduados y reducir la deserción de los mismos. La propuesta del Ministerio se sirve de investigaciones nacionales en estos campos. Para Atuesta y Durán (2014) “las estrategias de retención estudiantil se deben orientar teniendo como eje a un estudiante corresponsable de su proceso de formación, a la vez que las instituciones educativas promuevan el aprendizaje y la persistencia en los programas”.

Palabras clave: deserción, rendimiento académico, tutoría.

Tutoring: a contributing factor in motivating student academic performance in the transition between high school and university

Abstract

The general objective of this work is to determine strategies supported in the mentoring to understand how the processes of desertion and repetition in first-semester students at university level in the college-university transition work together, joining efforts to evaluate strategies such as tutoring that make possible the reduction of the student's dropout rate, encouraging the permanence and timely graduation at the university level. The dropout and repetition rate is a reality that affects local, regional, national and international level both private and public universities. As a result, almost academics and researchers have expressed concern to articulate the social reality of students before the university cycle with a base of support in the initial university cycle (approximately 3 first semesters) so that strategies can be identified to help to improve the processes of academic management. Such is the concern at the national level that the MEN (2017) has proposed to achieve a breakthrough in higher education, in relation to the number of graduate students, and the reduction in dropout in programs offered, accompanied by research at the national level it is these fields. Authors such as Atuesta (2014) describe that “student retention strategies should be guided by a student responsible for their training process, while educational institutions promote learning and persistence in the programs”.

Keywords: desertion, academic achievement, mentoring.

Referencias

- Atuesta, D. & Durán, M. (2014). Causas asociadas a la deserción estudiantil y estrategias de acompañamiento para la permanencia estudiantil. Cuarta Conferencia Latinoamericana sobre el Abandono en la Educación Superior. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Tasas de deserción universitaria*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Curso de acogida para estudiantes neotomasinos de la División de Ingenierías, fundamentado en el razonamiento, el pensamiento lógico-matemático y el trabajo colaborativo

Yazmin Adriana Gómez Clavijo*, Nini Johana Fiallo Rendón**

Resumen

Entre las principales preocupaciones del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás están la deserción escolar y la reprobación académica, situaciones que se presentan en los tres primeros semestres y en particular, en los programas con mayor incidencia del Departamento como son ingenierías y ciencias económicas, generando de forma continua procesos de reintegro, repitencia de cursos e incluso deserción permanente.

Las implicaciones de estas situaciones van más allá de lo institucional convirtiéndose en una problemática social, que constantemente convoca a su revisión, análisis y proposición de posibles soluciones.

En este contexto se considera el desarrollo del “Curso de acogida para estudiantes neotomasinos”, un espacio de interacción de los jóvenes egresados de la educación secundaria. La finalidad de este curso más que resumir o repasar conceptos, temáticas y contenidos que debieron ser desarrollados y de alguna manera dominados, es fortalecer habilidades de pensamiento tales como el análisis, la lógica, la relación, entre otras; las competencias básicas de reconocimiento, comprensión e interpretación de algoritmos matemáticos; y las habilidades de trabajo colaborativo, y procesos de auto, co y heteroevaluación.

* Universidad Santo Tomás. yazmingomez@usantotomas.edu.co

** Universidad Santo Tomás. ninifiallo@usantotomas.edu.co

También se posibilita un primer acercamiento al trabajo autónomo mediante el uso de aulas virtuales y el apoyo del *software* especializado Wolfram Mathematica, todo esto a través de experiencias didácticas diseñadas por el equipo docente del Departamento, que proponen enfrentar a los estudiantes neotomasinos a la aplicación de las ciencias, la matematización del mundo y sus problemáticas.

Palabras clave: taller, acogida, habilidades, competencias, conceptos, pensamiento lógico-matemático.

Reception course for Neo-tomasinos students of the Engineering division, based on reasoning, logical-mathematical thinking and collaborative work

Abstract

The Department of Basic Sciences of the University of Santo Tomás has had as one of its main concerns the academic desertion and reprobation, situations that arise in the first three semesters and particularly in the programs with greater incidence of the Department such as Engineering and Economic Sciences, constantly generating processes of reintegration, repetition of courses and even permanent desertion.

The implications of these situations go beyond the institutional, becoming a social problem that constantly calls for their review, analysis and proposal of possible solutions.

In this context, the development of the “Welcome Course for Neotomasinos Students” is considered, a space for interaction of the young graduates of secondary education, the purpose of this course is to summarize or review concepts, themes and contents that should have been developed, and in some way mastered, is to strengthen thinking skills such as analysis, logic, relationship, among others; basic skills of recognition, understanding and interpretation of mathematical algorithms; and the skills of collaborative work, and processes of self-, co and heteroevaluation.

Additionally, a first approach to independent and autonomous work is possible through the use of virtual classrooms and with the support of specialized software such as Wolfram Mathematica, all of this through didactic experiences designed by the Department's teaching team, which propose to confront neotomasinos students with the application of science, mathematics of the world and its problems.

Keywords: workshop, reception, skills, competences, concepts, logical-mathematical thinking.

Introducción

Para la Universidad Santo Tomás el saber científico debe estar vinculado a la conciencia moral, se debe promover la armoniosa integración entre la ciencia y la conciencia. La “Universidad de Estudio General” inspirada en la doctrina de santo Tomás de Aquino “para albergue de la ciencia, de la investigación y del saber profesional” (PEI USTA, 2004, p. 44), está llamada a afiliar el saber científico al “humanismo integral”. Desde esta filosofía el Departamento de Ciencias Básicas busca que los estudiantes neotomasinos se incorporen al proceso regular de formación haciendo más adecuada su transición entre la educación media y la educación superior.

En la Universidad Santo Tomás existe además, una preocupación muy marcada por las deficiencias que presentan los estudiantes con formación en educación media al momento de ingresar a la educación superior, especialmente en conocimientos de las ciencias básicas –en particular de las matemáticas–, para tal fin se propone e implementa la construcción y aplicación de talleres tipo guía, con el objeto de motivar en los alumnos capacidades como: el trabajo colaborativo, el razonamiento y el análisis a partir de situaciones problema en el contexto de las ciencias básicas, que involucren el uso de herramientas matemáticas y procesos interdisciplinarios.

También se facilita al estudiante la transición de la educación media a la educación superior ofreciendo un espacio pedagógico y didáctico de validación del conocimiento, de reconocimiento de deficiencias y por supuesto, de desarrollo de habilidades y competencias a través de la solución de situaciones problema; pero más allá, se brinda un tiempo dedicado a la inmersión en el nuevo ámbito en el que se constituye la universidad.

Propósitos del Curso de acogida como experiencia pedagógica

El Departamento de Ciencias Básicas en respuesta a las problemáticas de deserción y mortalidad académica en la educación superior, causadas durante los primeros semestres por dificultades de adaptación al entorno universitario y por las deficiencias en el desarrollo de competencias y dominio de preconceptos requeridos para el inicio de la formación profesional, ha diseñado varias estrategias de apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes neotomasinos, entre ellas, la implementación de un curso de acogida que previamente estuvo centrado en presentar de manera sucinta los contenidos programáticos de la educación básica y media.

Lo anterior infortunadamente no arrojó resultados de mayor beneficio, dado el poco tiempo para la ejecución del curso en relación con la gran cantidad de deficiencias que evidenciaban los estudiantes, por lo que se hizo necesario replantear estos procesos buscando el fortalecimiento de competencias menos memorísticas y mecánicas, motivo por el cual se crea la propuesta razón de este documento.

Metodología

Se realizó el diseño de experiencias didácticas tipo taller-guía por grupos de docentes de formación interdisciplinaria y que tuvieron en consideración diversas situaciones problema, propias de las ciencias y con enfoque en el aprendizaje, pensamiento lógico-matemático, creatividad, imaginación y cooperación. Se hizo una revisión de las propuestas con un grupo de profesores pares que guiaron posteriormente el curso, el cual se efectuó con estudiantes neotomasinos.

Los cursos de acogida se celebran durante las dos semanas anteriores al inicio del semestre regular, en la jornada de la mañana con una duración de cuatro horas diarias. Comienzan con una prueba de entrada que plantea situaciones de contexto, que permiten evidenciar el nivel de lectoescritura y dominio de preconceptos matemáticos que tienen los estudiantes participantes.

Los materiales de enseñanza previamente diseñados los orientan docentes expertos de cada una de las áreas fundamentales: matemáticas, física y química; adicionalmente se llevan a cabo dos sesiones de guía en actividades específicas como

son el empleo del aula virtual y la utilización de *software* Wolfram Mathematica en el cual la Universidad Santo Tomás es campus.

Todos los días se hace una valoración de resultados para registrar los progresos de los estudiantes y la forma como funciona la dinámica de trabajo colaborativo. El curso cierra con una prueba similar a la primera, esto facilita revisar los avances que se lograron.

Cada uno de los grupos se organiza en subgrupos de cuatro estudiantes, quienes con el acompañamiento del profesor desarrollan los talleres de manera colaborativa, durante el proceso se hace uso del material de enseñanza que en algunos casos requiere material didáctico de apoyo.

La experiencia se aplicó a estudiantes de primer semestre de la Universidad Santo Tomás sede Bogotá, pertenecientes a la División de Ingenierías.

Resultados

El primer gran resultado de la realización del Curso de acogida es la motivación que genera la propuesta en docentes y estudiantes, siendo la desmotivación un factor que ocasiona ausentismo y deserción en los alumnos de primer semestre, esto se evidencia en la buena participación y resultados del trabajo colaborativo en las sesiones del curso. Un segundo fruto es la oportunidad de evaluar las actividades a partir de las experiencias de los estudiantes, lo que favorece la retroalimentación del proceso, el acercamiento de los educandos a procesos de interpretación de contextos interdisciplinarios y el propiciamiento de espacios de trabajo colaborativo, todas estas habilidades y herramientas que fueron de gran utilidad al momento de emprender los cursos regulares del primer semestre.

El tercer efecto de la propuesta fue el uso de didácticas contemporáneas y la problematización del saber que incentiva a los estudiantes al aprendizaje de asignaturas que consideraban complicadas: matemática, física y química, fortaleciendo en ellos competencias básicas como la interpretación, la argumentación y la proposición, y competencias específicas como el análisis cuantitativo, la observación, la simbolización, entre otras. Además, estimuló a los maestros para el diseño de experiencias didácticas orientadas al aprendizaje del estudiante más que a la labor docente o al abordaje de un tema o concepto, es decir, pensar la didáctica para el aprendizaje más que para la enseñanza.

Por último, la experiencia permitió al Departamento de Ciencias Básicas dar una respuesta a la situación de desertión y mortalidad académica, no una solución definitiva, pues esta resulta de la unión de múltiples esfuerzos que cambian y se reorientan con el pasar del tiempo y de acuerdo con las características de la población estudiantil. Es necesario continuar evaluando esta y otras estrategias con el fin último de brindar educación de alta calidad, garantizando además la búsqueda de la permanencia, el éxito académico y la graduación de los estudiantes.

Tabla 1. Lista de recursos diseñados

Taller	Competencia	Habilidad de pensamiento	Recurso
El conflicto interno y las matemáticas, encuentro de dos formas	Generar un diálogo interactivo de posibles realidades que afectan la percepción, vivencia y tranquilidad de los estudiantes participantes con información, algoritmos y conceptos matemáticos mediante un contexto problémico, que a su vez pueden inquietar o intranquilizar a nuestros educandos	Observar, intuir, imaginar, razonar, compartir, dialogar, cooperar, respetar, leer, consultar, decidir	Salas de sistemas con acceso a Internet Fotocopias
Lógica matemática básica	Desarrollar a partir del juego, esquemas básicos de razonamiento lógico	Interpretar, representar, dialogar, leer	Bloques lógicos Fotocopias
Desarrollo del pensamiento geométrico y variacional	Hacer uso de relaciones y propiedades geométricas para caracterizar algebraicamente modelos geométricos por comparación de áreas y perímetros, construyendo procesos de generalización	Clasificar, interpretar, representar, simbolizar	Tangram Fotocopias
Operaciones y relaciones	Establecer relaciones numéricas en los elementos contenidos en el universo de los números racionales, propiciando la búsqueda de generalizaciones, operaciones y algoritmos entre estos objetos numéricos	Relacionar, generalizar, simbolizar	Regletas Fotocopias
Desarrollo del pensamiento trigonométrico	Proponer alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas	Medir, relacionar, simbolizar, graficar, interpretar	Transportador Pitillos Cuerdas Cintas Tuercas Fotocopias

Taller	Competencia	Habilidad de pensamiento	Recurso
Conceptos básicos de probabilidad	Adquirir y desarrollar conceptos básicos de probabilidad	Contar, argumentar, proyectar	Veinte pares de dados de diversos colores Veinte monedas Fotocopias
Sistemas numéricos	Comprender y relacionar sistemas numéricos	Contar, simbolizar, interpretar	Ábaco Fotocopias
La ciencia de la encriptación	Visualizar a partir de la física, la biología y la matemática posibles formas de comunicación	Observar, intuir, imaginar, razonar, compartir, dialogar, cooperar, respetar, leer, consultar, decidir	Sobres de manila Velas, lápices y tajalápices Dulces de dos colores Fotocopias
Genética	Mostrar la transversalidad de las matemáticas en la solución de situaciones problemáticas propias de la biología. Propiciar la construcción, desarrollo y consolidación de conceptos relacionados con porcentajes y probabilidad	Interpretar, relacionar, simbolizar, dialogar	Fotocopias
Cálculos químicos	Evidenciar la transversalidad de las matemáticas en la solución de situaciones problemáticas propias de la química. Propiciar la construcción, desarrollo y consolidación de conceptos relacionados con cálculos químicos	Interpretar, relacionar, simbolizar, dialogar	Fotocopias

Fuente: Archivos digitales Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás.

Propuesta interinstitucional de acompañamiento académico a partir del diseño e implementación de pruebas diagnósticas

Wilson Pico Sánchez, Francisco Niño Rojas, Margarita Rosa Rendón
Fernández, Nelly Yureima Martínez Camacho, Laura Amelia López
Hernández, Fredy Ramón Garay-Garay

Resumen

Esta experiencia comparte el diseño de la prueba diagnóstica, su implementación y resultados en las áreas de matemáticas y química entre la Universidad Católica de Colombia y la Universidad de La Salle, con el objetivo de identificar las condiciones académicas iniciales de los estudiantes de primer semestre del programa de Ingeniería Civil. Para el diseño de las pruebas se tuvieron en cuenta los campos de conocimiento establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (1998) generando cuatro preguntas por cada campo. Este proceso permitió la construcción dialógica, entre los docentes de las áreas de química y matemáticas de ambas instituciones, sobre las competencias que deberían tener los estudiantes al ingresar a la universidad; aspectos que evidencian la necesidad de acercamiento administrativo e investigativo entre las unidades académicas de las dos universidades. En este sentido, se trazó un proyecto de investigación interinstitucional en torno a las estrategias de acompañamiento académico.

Palabras clave: pruebas diagnósticas, interinstitucionalidad, ciencias básicas, acompañamiento académico.

Interinstitutional proposal for academic tutoring based on the design and implementing of diagnostic tests

Abstract

This experience shares the design of the diagnostic test, its implementation and results in the areas of mathematics and chemistry between the Catholic and Salle universities, in order to identify the initial academic conditions of the first semester students of the Civil Engineering program. For the design of the tests, the fields of knowledge established by the MEN (1998) were taken into account, generating four questions per field. This process allowed the dialogical construction, between the teachers of the areas of chemistry and mathematics of both institutions, on the competences that students should have when entering the university; aspects that evidenced the need for an approach between the academic units of the two universities at the administrative and investigative levels. In this sense, an interinstitutional research project was designed around academic accompaniment strategies.

Keywords: evaluation, formative evaluation, learning, self-regulation, pro-feeding.

Introducción

Desde hace varias décadas, las universidades colombianas han tenido un papel fundamental en el proceso de inserción de los estudiantes de educación media en el sistema de educación superior. Dentro de sus preocupaciones, prevalece el identificar las condiciones académicas del estudiante que ingresa a la universidad y así, diseñar estrategias que conlleven el fortalecimiento de los programas de acompañamiento de las diferentes universidades.

Es por esto, que uno de los retos de los departamentos de Ciencias Básicas es determinar las habilidades y dificultades con que llegan los estudiantes a la universidad según los lineamientos o estándares que propone el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (1998). Los resultados de estas pruebas permiten construir propuestas de acompañamiento y generar espacios de reflexión para la

comunidad académica, con miras a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje que ayuden a los estudiantes a afrontar con éxito la vida universitaria.

En la Universidad Católica de Colombia, en general, y en el Departamento de Ciencias Básicas, en particular, se han implementado dichas pruebas desde hace más de cuatro años. Tales pruebas evalúan conocimientos específicos y aunque principalmente se aplican en las asignaturas de primer semestre, también son válidas en algunas asignaturas de segundo, tercer y cuarto semestre. El diseño y la puesta en marcha de estas pruebas se basa en dos objetivos: (i) modificar los Syllabus de acuerdo con las necesidades identificadas en los estudiantes y (ii) usar sus resultados como un predictor de fracaso estudiantil para tomar las debidas medidas de acompañamiento y seguimiento académico a los estudiantes.

La Universidad de La Salle ha aplicado múltiples pruebas iniciales que ayudan evidenciar los conocimientos previos que deben tener los estudiantes para afrontar con éxito las diferentes áreas del conocimiento. De aquí, predomina la urgencia de fortalecer los programas de acompañamiento a través de refuerzos, tutorías, apoyo académico, entre otros.

Ahora bien, en las universidades en mención se encuentra que las pruebas diagnósticas son una herramienta que, además de funcionar como predictoras de éxito o fracaso, evalúan la potencia de las estrategias de acompañamiento que se desarrollan al interior de los dos departamentos de Ciencias Básicas. Por ello se busca evaluar la efectividad de las estrategias metodológicas empleadas en el programa de tutorías. Además, ejecutar una estrategia basada en la orientación de la forma de abordar el conocimiento, generando hábitos de estudio, desarrollando habilidades, facilitando la organización de las actividades en tiempos y espacios para el trabajo independiente y promoviendo el aprendizaje autónomo.

Para el diseño de las pruebas se consideraron los campos de conocimiento establecidos por el MEN (2013) produciendo cuatro preguntas por cada campo. Estas preguntas validan el despliegue de habilidades y muestran en qué tipos de pensamiento (crítico, científico e innovador) los estudiantes tuvieron mayor dificultad.

Esta experiencia resalta falencias comunes entre las dos universidades y conlleva la construcción dialógica por parte de los docentes de las áreas de matemáticas y química de ambas instituciones, donde la principal finalidad, es suscitar espacios de reflexión interinstitucionales que hagan posible la construcción

mancomunada de estrategias de formación y acompañamiento a los estudiantes de primer semestre de ingeniería.

Esta experiencia permitió formular la siguiente pregunta: ¿las pruebas de entrada ayudan a evidenciar las habilidades o competencias que requieren los estudiantes para ingresar al mundo universitario? A partir de este interrogante se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Construir una propuesta interinstitucional de mejoramiento de las estrategias de acompañamiento académico aplicadas en los programas de tutorías en las áreas de matemáticas y química, empleadas en la Universidad Católica de Colombia y la Universidad de La Salle.

Objetivos específicos

- Diseñar una prueba diagnóstica para identificar dificultades y fortalezas de los estudiantes que ingresan a la Universidad Católica de Colombia y a la Universidad de La Salle.
- Realizar un análisis comparativo de las dificultades y fortalezas encontradas en la prueba diagnóstica.
- Generar equipos de trabajo interinstitucionales que reflexionen sobre las problemáticas comunes que traen los estudiantes de los primeros semestres.

Marco teórico

Análisis del contexto colombiano

Uno de los retos de los departamentos de Ciencias Básicas en la universidad colombiana, es aportar herramientas a los estudiantes para el desarrollo del pensamiento crítico, científico e innovador, que les den la posibilidad de construir su propio conocimiento y de proponer o dar solución a los problemas del entorno, aspectos que demandan compromiso, rigor académico y trabajo continuo y que no todos los estudiantes que ingresan a la universidad tienen, lo que representa un problema que puede llevar a la deserción. Por lo anterior, se presentarán algunas políticas, investigaciones y programas realizados en Colombia sobre las

pruebas diagnósticas a los nuevos estudiantes, la deserción y la inmersión en la educación superior.

Abordar el tema con los reportes de las Pruebas Saber (Colombia) donde las competencias matemáticas, lingüísticas y científicas son deficientes en un buen número de estudiantes que entran a la universidad y que se constatan en los datos que arrojan investigaciones sobre esta problemática en diferentes universidades o instituciones así:

El Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior es un instrumento informático para hacer seguimiento al fenómeno de la deserción en la educación superior. Lo diseñó el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes, y se articula con el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación y el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior. Con la información se puede identificar y ponderar los comportamientos, las causas, las variables y los riesgos que se tienen, las condiciones iniciales de los nuevos estudiantes universitarios y las estrategias de acompañamiento académico para primeros semestres que se pueden ejecutar.

El Banco de la República publicó en 2012 algunos estudios sobre evaluación externa y calidad de la educación en Colombia, allí argumentó que en el componente de matemáticas de la prueba PISA de 65 países, Colombia ocupa uno de los últimos lugares, encontrando que la calidad en las instituciones educativas no mejora (Ayala-García, 2015).

Por su parte, Manosalva, Parra y Galvis (2016) de la Universidad de Santander (UNDES) afirman que la deserción se da en la mayoría de universidades públicas y privadas de Colombia durante los primeros semestres de la vida universitaria, debido a que los estudiantes no cuentan con los presaberes que se adquieren en la educación media vocacional en las áreas de biología, química, matemáticas y física. Para ello, la UNDES brinda alternativas como el centro de tutorías y asesorías de presaberes en biología, química, matemáticas y física; la estrategia de acompañamiento docente-tutor permanente; y la enseñanza presencial y virtual.

Por tanto, el otro factor que se comparte son las pruebas diagnósticas que se usan en las universidades para que desde las unidades académicas se trabaje en las debilidades que traen los nuevos estudiantes, y de esta manera implementar

planes de mejoramiento y acompañamiento que finalmente beneficiarán a toda la comunidad académica, como es el caso de la Universidad de Medellín, que exige una prueba diagnóstica, de índole objetiva y cuantitativa, con el propósito de evaluar las competencias en comprensión lectora, razonamiento lógico y perfil profesional.

Otro ejemplo es el de la Universidad Nacional de Colombia desde la Escuela de Matemáticas que comenzó en el 2009 elaborando un examen diagnóstico de cuarenta ítems para los estudiantes de nuevo ingreso que deben llevar al menos un curso de matemática durante su carrera. Dicho examen se sustenta en los conocimientos básicos vistos en la educación secundaria en las áreas de números reales, álgebra, funciones y trigonometría.

Así mismo, la investigación “Estudio de la mortalidad académica, estrategias pedagógicas y deserción en la Universidad de Ibagué” de Luceli Patiño y Angélica Cardona (2012) llega a conclusiones como: las instituciones educativas deben trabajar creando conciencia con respecto a las pérdidas y las necesidades de los estudiantes para generar programas de apoyo académico. Por ende,

Más allá de la búsqueda de las causas de la deserción, es necesario emprender acciones que contribuyan a la comprensión e intervención en esta problemática mediante seguimiento, registro y análisis de los factores de riesgo y la función pedagógica de la universidad frente a esta problemática (Patiño y Cardona, 2012, p. 19).

En este sentido, recordar que la universidad está comprometida con la formación de las nuevas generaciones, para que puedan asumir de manera competente y responsable los compromisos que demanda la construcción de la nueva sociedad, sin desconocer el contexto global atendiendo a los diferentes ámbitos (político, económico, académico, científico y social) y a problemas y necesidades fundamentales desde diversas estrategias, como se lee a continuación.

La inmersión en la educación superior

El Consejo Nacional de Educación Superior en el Acuerdo 2034 de 2014 expone la estrategia de articulación de los establecimientos educativos de media con el sistema de educación superior y con las instituciones de formación para el trabajo. Esta estrategia permite a los estudiantes de grados 10 y 11 iniciar estudios electivos y complementarios de programas técnicos durante su bachillerato, de modo que al finalizar el mismo puedan validar estos saberes y se les

facilite el tránsito a las instituciones de educación terciaria. Dicha estrategia de “articulación” se ha querido entender como un proceso pedagógico y de gestión que busca favorecer el acceso, la permanencia y la movilidad de los estudiantes entre los distintos niveles y ofertas educativas, así como el reconocimiento de los aprendizajes obtenidos en distintos escenarios formativos.

A este respecto existen investigaciones sobre la articulación entre el colegio y la universidad, por ejemplo, la Universidad de La Salle (2015) aceptó efectuar un proyecto en el marco del Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012-2016 que formó parte del programa Construcción de saberes. Educación incluyente, diversa y de calidad con la Secretaría de Educación Distrital (SED). Su objetivo consiste en aunar esfuerzos entre las instituciones de educación superior y los colegios distritales; la Universidad de La Salle conviene este reto pedagógico con la SED. La implementación de la propuesta académica ofrecida por los expertos en currículo de la universidad tiene tres alcances con los siguientes elementos: pedagógico, disciplinario y cultural. Los colegios distritales conceden sus espacios y tiempos para acrecentar los alcances propuestos entre: comunidad educativa, padres de familia, estudiantes de la educación media fortalecida de las instituciones educativas y pares académicos de la universidad.

Un ejemplo de este proyecto fue la experiencia entre el colegio Palestina y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, destacando algunas de las problemáticas de la educación media, y cómo estas se esperan resolver desde la articulación de los niveles educativos de media y superior. El trabajo entre colegio y universidad facilitó hacer modificaciones en el colegio Palestina, reformulando el fin educativo que orientaba las labores pedagógicas allí.

El proceso de selección por parte de cada colegio favorece que los estudiantes admitidos cumplan con los lineamientos académicos, de convivencia y psicológicos necesarios para enfrentar una responsabilidad conjunta entre sus labores académicas del colegio y las de la universidad. Gracias a esto el colegio tiene un gran reconocimiento en las instituciones de educación superior que participan de forma mancomunada en el proceso de inmersión.

Por otra parte, se encuentra que con el fin de incrementar el acceso y la permanencia de jóvenes de diferentes zonas del país y con limitaciones económicas en una educación superior pertinente y de calidad, la Universidad El Bosque presenta su Plan Padrino de Apoyo Económico a través de fondos y becas donadas por la comunidad universitaria y aliados externos. Estos fondos que también

apoyarán a estudiantes de la Universidad El Bosque en riesgo de deserción por motivos financieros, contribuirán al desarrollo de un país con más educación y equidad.

En la misma línea, otra de las metas del MEN fue impulsar políticas acordes con el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, que generaran un impacto positivo en la sociedad y en el mejoramiento de la calidad educativa, incidiendo en los tres pilares de gobierno de Juan Manuel Santos: paz, equidad y educación. El gran reto es convertirnos en el país mejor educado de América Latina en el año 2025. Con el propósito de materializar dichas políticas, el MEN cuenta con programas como Colombia Bilingüe, cuyo objetivo primordial es lograr que nuestras niñas, niños y jóvenes se comuniquen más y mejor en inglés y, de esta manera, facilitar su acceso a nuevas oportunidades profesionales, laborales y culturales.

En 2018 el MEN presentó el proyecto de Campos de Inmersión en Inglés, el cual se elaboró e implementó teniendo en cuenta las necesidades y características de los estudiantes, de igual modo, se consideraron la metodología y dinámicas de campamentos de verano e inmersiones para el aprendizaje de una lengua extranjera para generar espacios donde los estudiantes tengan la oportunidad de comunicarse a interactuar en inglés.

Se espera que las entidades territoriales certificadas y las entidades administrativas municipales y departamentales se interesen por implementar esta estrategia de aceleración y motivación del aprendizaje del idioma inglés.

Metodología

Para el desarrollo de la propuesta se contó con la participación de dos grupos de cada universidad que estaban cursando la asignatura de Cálculo Diferencial en el caso de Matemáticas, y Química I en el caso de Química. A los dos grupos escogidos se les aplicó la prueba diagnóstica construida de forma conjunta entre las dos instituciones.

El enfoque de investigación que se empleó fue de tipo cuasiexperimental (Campbell y Stanley, 1995), ya que la escogencia de los participantes para conformar los grupos fue natural, es decir, no se utilizó ningún tipo de selección

aleatoria. En algunos casos, se eligieron los cursos que los profesores participantes en la propuesta tenían asignados.

El desarrollo de la propuesta cumplió cuatro fases: (i) reconocimiento de las problemáticas en torno a las condiciones iniciales de los estudiantes de primer semestre de las dos universidades; (ii) diseño de las pruebas diagnósticas y su respectiva selección del marco muestral; (iii) análisis de los resultados, y (iv) construcción de un proyecto de investigación interinstitucional alrededor de los procesos de acompañamiento académico en las áreas de matemáticas y química.



Gráfica 1. Esquema metodológico

Fuente: elaboración de los autores.

Etapa 1

Estudio de la problemática: mediante la realización de mesas de trabajo entre los profesores de las áreas involucradas y los coordinadores de los programas de tutorías de las dos universidades, se exponen las problemáticas respecto a las condiciones iniciales de los estudiantes de primer semestre. Hallando que las dos universidades aplican pruebas de entrada de conocimientos a los estudiantes de primer semestre en las áreas de química y matemáticas, con miras a hacer seguimiento durante el desarrollo de los espacios académicos, y las cuales carecían de una estructura que permitiera evidenciar las debilidades o fortalezas académicas

de los estudiantes por campos de conocimiento o habilidades cognitivas con las que estos ingresaban a la universidad, lo que invitaba a efectuar modificaciones o enriquecer las pruebas, con el objetivo de conocer un estado inicial sujeto a consideraciones más precisas dentro del planteamiento del currículo o estrategias de enseñanza y aprendizaje a ejecutar.

Etapa 2

Diseño de prueba diagnóstica: para el diseño de las pruebas los profesores de las áreas de matemáticas y química se reunieron en dos grupos. Teniendo en cuenta que la mayor problemática de deserción se concentra en los primeros semestres de Ingeniería Civil, se toman dos cursos de Cálculo Diferencial y Química Básica. Para cada uno de los cursos se elabora una prueba que indaga por los tipos de pensamiento organizados por campos de conocimiento establecidos por el MEN, así como los posibles errores en que pueden estar incurriendo los estudiantes en cada área. Por cada campo de conocimiento se construyen cuatro preguntas.

Etapa 3

Análisis de los resultados: en esta etapa se analizaron los resultados de los estudiantes y se determinaron los campos de conocimiento que generaron mayor dificultad por cada asignatura. A partir de estos se diseñó una serie de talleres que buscaba reforzar los campos de conocimiento donde los educandos presentaron más debilidades. Por otro lado, los alumnos que tuvieron un 50 % de las preguntas erróneas ingresaron a un seguimiento desde los programas de tutoría de cada una de las universidades.

Etapa 4

Diseño de proyecto interinstitucional: los resultados obtenidos impulsaron la creación de espacios de reflexión entre las dos universidades, lo cual conllevó la construcción de una propuesta de investigación interinstitucional por parte de los docentes. El proyecto pretende revisar las estrategias de acompañamiento académico con las que cuenta cada uno de los departamentos de Ciencias Básicas de las universidades, con el objeto de proponer mejoras que redunden en la permanencia de los estudiantes, en particular, los del programa de Ingeniería Civil.

Reflexión final

El ejercicio de elaboración de las pruebas diagnósticas en las áreas de matemáticas y química con miras a mejorar la calidad de la educación, permite identificar fortalezas y dificultades de los estudiantes que ingresan a la universidad, para que las unidades académicas promuevan estrategias que les proporcionen a los estudiantes las herramientas necesarias para afrontar los desafíos del conocimiento.

Son las pruebas diagnósticas implementadas en las dos áreas las que facilitaron trazar una ruta de enseñanza-aprendizaje ajustada a las necesidades iniciales de los estudiantes. Así mismo, estas han hecho posible identificar las dificultades individuales de los estudiantes y con base en ellas, se diseñaron los talleres para que los estudiantes refuercen ciertas competencias fuera del aula de clase; además favorecen su inmersión en el sistema de educación superior y les ayuda a desarrollar hábitos relacionados con el estudio y la autodisciplina.

Llevar a cabo esta experiencia interinstitucional motivó diálogos entre los docentes de las áreas de química y matemáticas de las universidades Católica de Colombia y La Salle, que tuvieron por objeto reflexionar y crear estrategias conjuntas de acompañamiento académico a través de un proyecto interinstitucional que contrarreste la deserción.

Este proceso permitió un acercamiento administrativo e investigativo entre las unidades académicas de las dos universidades, lo cual condujo a estudiar con mayor profundidad las problemáticas que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes y en la formación integral del futuro profesional.

Referencias

- Ayala-García, J. (2015). Evaluación externa y calidad de la educación en Colombia. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional y Urbana*, 217. Cartagena: Banco de la República.
- Campbell, D. & Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Manosalva, J. A., Parra, E. X. & Galvis, F. C. (2016). Centro de tutorías y asesorías en presaberes de biología, química, matemáticas y física. Una propuesta innovadora para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes en los primeros años de

vida universitaria. Recuperado de: <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/967/2250>

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares para ciencias naturales y educación ambiental*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Sistema colombiano de formación de educadores y lineamientos de política*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.

Patiño, L. & Cardona, A. M. (2012). Revisión de algunos estudios sobre la deserción estudiantil universitaria en Colombia y Latinoamérica. *Theoria*, 21(1), 9-20.

Representaciones del movimiento parabólico para niveles diferenciados de educación media a superior

Germán Aníbal Méndez Merchán*

Resumen

El presente artículo propone una herramienta didáctica para la presentación del tema de movimiento parabólico en cursos introductorios de física en educación media, básica y universitaria. Los espacios donde se llevaron a cabo las experiencias fueron el colegio Kapeirot y la Universidad Católica de Colombia (Bogotá, Colombia). Se contrastan las percepciones de los estudiantes sobre cómo conciben los estudios de teorías científicas a través de la herramienta de adquisición de datos Physics Tracker. Los datos obtenidos se analizaron con metodología experimental de linealización por mínimos cuadrados y linealización de la curva $y = ax^b$, aplicando la función logaritmo base 10, para con ello hallar las ecuaciones que rigen el movimiento parabólico, tanto en el eje x como en el eje y . Las ecuaciones encontradas se compararon con lo esperado teóricamente, donde se evidencia qué habilidades puede lograr un estudiante con este tipo de ayudas didácticas.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, movimiento 2D, técnicas experimentales.

* Universidad Católica de Colombia. gamendez@ucatolica.edu.co

Representations of the parabolic movement for differentiated levels of middle to higher education

Abstract

This article proposes a didactic tool for the presentation of the parabolic movement topic in introductory courses in physics, both for the academic level of elementary school and university level. The spaces where the experiences were carried out were the Colegio Kapeirot and the Católica University of Colombia. Finally, students' perceptions of how scientific theory studies are conceived through the Physics Tracker data acquisition tool. The obtained data are analyzed with experimental methodology of linearization by least squares and linearization of the curve $y = ax^b$, applied the function logarithm base 10, in order to find the equations that govern the parabolic movement, both in the x-axis and in the y-axis. Finally the equations found are compared with theoretically expected, from physics texts, where it is evident what skills a student can achieve with this type of didactic aids.

Keywords: didactics of the sciences, 2D movement, experimental techniques.

Introducción

*Lo que importa en la vida es que los estudiantes vivan hitos importantes en física
aunque luego no recuerden los detalles*
Lewin (12 de febrero de 2012)

En este artículo se exponen los resultados didácticos para niveles académicos diferenciados de experiencias de análisis de la superposición de dos movimientos: el movimiento rectilíneo uniforme y el movimiento en caída libre, haciendo uso de juegos de la vida cotidiana como baloncesto, pimpón, entre otros. La actividad pedagógica se realizó con estudiantes de grado décimo¹ y nivel universitario².

Los temas en mención son esenciales en el contenido programático de cursos introductorios de física, sin embargo, suelen evidenciar dificultades en su

1 Actividad que se desarrolló en el colegio Kapeirot en 2015.

2 Actividad realizada en la Universidad Católica de Colombia en 2017.

comprensión para la mayoría de estudiantes, pues “los jóvenes ven en las ciencias puras un tema monótono alejado del mundo real [...]” (Pérez, 2005). Además, las estructuras usuales de exposición de los temas hacen creer que así es la física, llena de “recetas” (fórmulas), que dan una solución a un ejercicio propuesto, es decir, es solo proceder matemático. Por estas razones, lo que se busca es mejorar la comprensión por parte de los estudiantes con una metodología experimental para la presentación de la cinemática en un curso introductorio de física, en el que se potencie una forma de pensar y razonar los eventos físicos, más allá de una fórmula de cambio de valores.

Por otra parte, es interesante comparar la percepción que tienen los estudiantes con la metodología aquí descrita, desde lo que se tenía en un estudio previo con estudiantes de secundaria, y con el trabajo hecho con universitarios.

Este tipo de actividades se espera incentiven a los jóvenes de la era de la tecnología para estudiar las ciencias exactas, pues es frecuente escuchar de ellos: “yo estudiaré algo que no tenga nada que ver con las matemáticas”, algo que ha de ser materia de investigación en la didáctica de las ciencias, pues dado que el mundo actual está sumergido en un espacio tecnocientífico, es primordial que las nuevas generaciones estén inmersas en la crítica de la producción y la aplicación de la ciencia, y esto es posible solo si los jóvenes están dispuestos a emprender estudios en ciencias puras y aplicadas como ingenierías y para ello es menester generar la curiosidad en la ciencia mediante experiencias más cercanas a ellos.

Marco teórico

Reconstrucción de la presentación de un curso de física introductoria

Un primer aspecto a revelar en los cursos iniciales de la enseñanza de la física, es que los contenidos de los textos guía (Giancoli, Tipler, Serway, Tippens, entre otros) comienzan con una definición de lo que es la física y el sistema métrico internacional, pasan luego a conversión de unidades, movimiento rectilíneo uniforme y movimientos acelerados; culminan con movimiento en 2D, no sin antes en algunos libros en mención, hacer un cambio temático entre los capítulos y presentar un álgebra vectorial, que pareciera no mantener el hilo conductor de los demás contenidos del curso: movimiento rectilíneo y movimientos acelerados.

A causa de lo expuesto, el estudiante se acostumbra a grabar ecuaciones y ahora una simbolización vectorial, que da la impresión de ser un nuevo tema que no conecta directamente con los otros, genera lo que posiblemente para él es un mundo de ecuaciones descontextualizadas con simbologías que no sabe en qué momento usar para un ejercicio de desafío teórico o aplicativo.

De acuerdo con Otero (2002) “Para aprender significativamente los conceptos científicos y comprender el mundo físico, los estudiantes necesitan construir representaciones mentales adecuadas”. Por tanto, acudir a una experiencia real puede suscitar una mejor relación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en un temario como el de lanzamiento de proyectiles; que para cumplir con el objetivo se propone el uso de herramientas tecnológicas de fácil acceso, por ejemplo: Physics Tracker, celulares con opción de video, computador y flexómetro o metro.

En síntesis, para la óptima comprensión de los temarios de movimiento parabólico (en un curso introductorio) como el resultado de la superposición de dos movimientos (por ejemplo rectilíneo uniforme y caída libre), el estudiante puede servirse de experiencias cotidianas en las que se describa una trayectoria parabólica, y si hace uso de Physics Tracker determinará las mediciones elementales de posición-tiempo y con ayuda de herramientas experimentales, establecerá las condiciones propias del movimiento en 2D, constatando con ello el lenguaje técnico de la ciencia.

Preconceptos técnicos y teóricos

Considerando que la presentación de un tema como movimiento parabólico para cursos introductorios de física conlleva para el estudiante tener claras algunas bases matemáticas como: despeje de ecuaciones, reemplazo de una variable en una ecuación y algunos conceptos propios de la experimentación “científica”: linealización de una curva, manejo de instrumentos de medida, métodos de propagación de error, entre otros; es visto que, en muchas ocasiones el alumno aún no comprende con claridad los contenidos y el uso instrumental que hace es básico (siendo común en secundaria y en nivel universitario).

Por ende, este tipo de supuestos teóricos y técnicos del estudiante no se debería tener en cuenta al momento de la exposición de los temarios, sino llevar al alumno a buscarlos para que reporte una solución plausible dentro de los

estándares científicos ya comprobados, lo cual podría ser viable desde una didáctica experimental, como la que aquí se sugiere.

El propósito es crear la necesidad del uso de las herramientas en comento, para poder lograr un constructo en torno al movimiento parabólico y que el educando le encuentre sentido al lenguaje matemático utilizado y centre su comprensión como una interpretación de una situación real, a través de mecanismos abstractos para crear modelos explicativos plausibles.

Laboratorio - TIC y cátedra

La cátedra sin lugar a duda es importante en el quehacer de la transmisión de conocimientos, aun así, la presentación retórica de los conceptos en el mundo actual ha de cambiar, ya que este tipo de acciones aburre la clase, en especial, si se trata de temas “abstractos”, como la física y la matemática.

Hoy en día la mayoría de estudiantes hace uso de celulares inteligentes y se conecta con frecuencia a Internet, por lo que la cátedra debería aprovechar dichos recursos y potenciar herramientas matemáticas, como las hojas de cálculo de Excel, y así mismo para el docente supone un aula interactiva (uso de video Beam, tableros inteligentes y diapositivas, en el caso más elemental). Como puede apreciarse, el objetivo o fin de la tecnología no es tener una aplicación y alcanzar resultados, sino construir en tiempo real acciones que repercuten en la necesidad de instrumentos matemáticos, en los que se establecen relaciones de medida, relaciones en gráficas, entre otras, lo que enriquece el sentido de una clase, como el diálogo de saberes intuitivos y tecnificados (este último, papel del profesor).

Lenguaje abstracto del mundo real

No se podría dejar de lado los tecnicismos de la ciencia, porque es incurrir en reduccionismos teóricos. Lo imperante es conseguir que el estudiante comprenda que el lenguaje natural de las ciencias son las matemáticas y que más allá de entenderse como abstractas son modelos mentales que simplifican la comprensión del mundo físico, a modo de ejemplo:

$$x_f = x_0 + v * t \text{ [Ecuación 1]}$$

La ecuación 1 es la posición de un cuerpo en movimiento sobre una línea y es un modelo que simplifica el comportamiento de dicha partícula a lo largo del tiempo, pues de ella si se conoce con claridad la velocidad (v), podríamos saber en dónde se encuentra la partícula en un tiempo determinado, y para saber el valor del movimiento (velocidad), es menester tener condiciones controladas de laboratorio o sistemas de medición espacial en aplicaciones de red o el que aquí se propone Physics Tracker, para hacer conjeturas y determinar una magnitud física como la velocidad.

Así pues, se prueba que con Physics Tracker se obtienen datos, para posteriormente acercar al estudiante a relaciones de variables (posición, tiempo, velocidad...) que generan modelos para predecir acontecimientos del mundo real dentro de un marco específico.

Metodología

Se trabajó con la metodología experimental para la presentación del temario de movimiento en 2D y el método de enseñanza por investigación orientada. El método propone que se posean herramientas de medición para ejecutar la actividad, mientras que la metodología de enseñanza busca que sea el estudiante el centro de enseñanza y que a partir de una serie de requerimientos él proponga soluciones plausibles y sea el docente el guía de un fin común dentro del aula.

Resultados

En la figura 1 se muestra de modo resumido lo que encontraron los estudiantes de secundaria y universidad cuando realizaron el estudio del movimiento en 2D en sus cursos de física.

La figura 1 muestra un evento capturado con un video que describe una trayectoria parabólica. Los estudiantes de secundaria (a) con la ayuda del programa determinaron las gráficas funcionales del eje x , pues las del eje y no se determinaron con la precisión requerida debido a que las herramientas del cálculo diferencial para ellos aún eran desconocidas. Los estudiantes de nivel superior (b) encontraron las ecuaciones que describían cada uno de los movimientos e hicieron uso de técnicas experimentales, en las que se halló sentido a la actividad desarrollada.

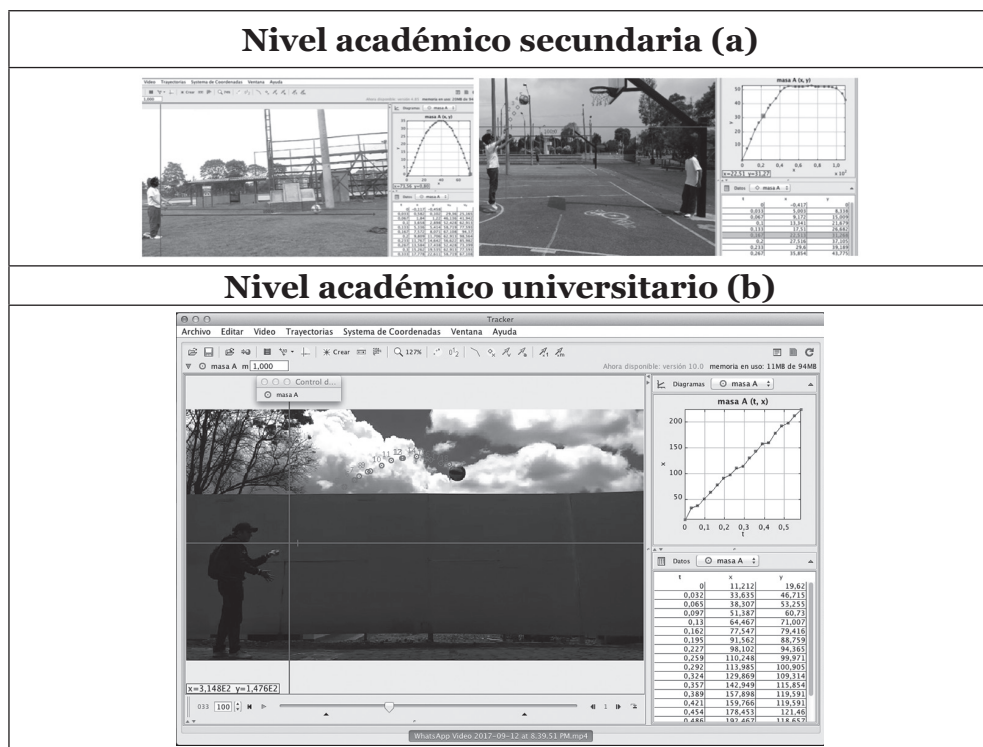


Figura 1. Eventos reales para el análisis del movimiento en 2D

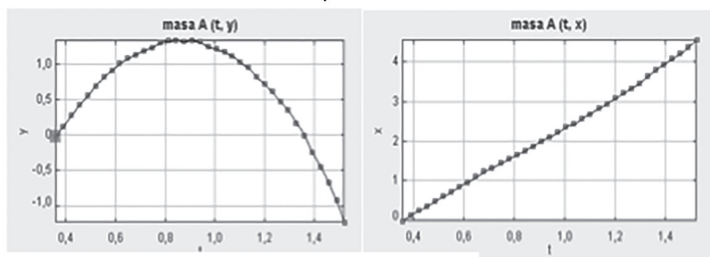
Fuente: elaboración del autor.

De acuerdo con uno de los laboratorios entregados por los estudiantes universitarios, se pudieron obtener datos y gráficas que describen el movimiento 2D tal como se predice en el marco teórico. La gráfica 1 es un pantallazo editado de lo entregado por los estudiantes. Desde allí y a partir de técnicas experimentales establecieron para el eje x la ecuación de posición y la velocidad del cuerpo, para el análisis del eje y , determinaron la ecuación de posición, la velocidad en y y finalmente, el valor de la aceleración para ser comparado con el valor teórico de $9,8 \text{ m/s}^2$.

De la gráfica 1 es interesante observar que los estudiantes a través de la linealización por mínimos cuadrados llegaron a:

$$x_{(t)} = 3,7t - 1,3 \text{ [Ecuación 2]}$$

1. Gráficas Posición vs. Tiempo



2. Gráficas Velocidad vs. Tiempo

**Gráfica 1.** Datos experimentales y análisis de velocidad en x

Fuente: elaboración del autor a partir de resultados del programa Physics Tracker.

A partir de la ecuación 2 los estudiantes se sirvieron de la herramienta del cálculo diferencial para conocer la velocidad, que es la imagen que se registra en la gráfica 1, en la parte inferior.

Mientras del eje y establecieron el modelo de la posición con el cual concluyeron que a:

$$y_{(t)} = 1,7t^{2,14} \text{ [Ecuación 3]}$$

De la ecuación 3 se derivó para encontrar la ecuación de velocidad y el valor de gravedad o aceleración en y , como se llamó en la guía, con lo que se llegó a una aceleración de $8,2 \text{ m/s}^2$, que podría decirse es aceptable en términos experimentales y da cuenta de las condiciones iniciales de medida, pues son ellas las que dejan un buen “cimiento” para la continuación de un resultado esperado, como en este caso de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Conclusiones

Desde una perspectiva de la enseñanza de las ciencias, este tipo de actividades muestra que el trabajo experimental con actividades de la vida cotidiana ayuda

a una mejor comprensión de conceptos físicos, pues los estudiantes logran determinar variables que en ocasiones desde la cátedra parecen ser ecuaciones ya preestablecidas y de receta, pero como se mostró aquí, las ecuaciones o modelos son resultado de un análisis gráfico.

La percepción de cómo aprender conceptos en física, fue para la mayoría de los estudiantes amplia e interesante, ya que la actividad los acercó más al lenguaje matemático que utilizan las ciencias y les facilitó comprender el contexto de las mismas.

Al final, de acuerdo con la actividad del nivel académico de secundaria (Méndez, 2014) y la del nivel universitario, se infiere que el uso de *software* en este caso orienta a los estudiantes a una percepción de que las matemáticas son un constructo mental, que pueden dar cuenta de eventos con condiciones controladas y simplifican de una u otra forma la descripción total del evento, ya que con las ecuaciones se pudo predecir comportamientos, como en la figura 1 (b), allí desde el modelo se predice claramente una velocidad constante sin la necesidad de ver un cuerpo en línea recta.

Referencias

- Méndez, G. & Rodríguez, S. (2014). Physics Tracker: una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 41, 734-739.
- Otero, M. & Moreira, M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7, 127-154.
- Pérez, D., Macedo, B., Martínez, J., Sigifredo, C., Valdés, P. & Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?, una propuesta fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: Andros Impresores.

Recursos de red

Colegio Kapeirot: <http://colegiokapeirot.edu.co/>

Physics Tracker: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Editado por la Universidad Católica de Colombia
en mayo de 2019, impreso en papel Propalibros de 75 g,
en tipografía Garamond, tamaño 12 pts.
Publicación digital: Hipertexto Ltda.
Impreso por: Xpress Estudio Gráfico y Digital S. A
Sapientia aedificavit sibi domum
Bogotá, D. C., Colombia.



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Esta iniciativa surge en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Católica de Colombia, frente a la preocupación emergente de los resultados obtenidos en las asignaturas impartidas por este departamento en áreas tales como: Matemáticas, Física, Estadística y Química, incidiendo como un factor determinante –no el único– en los índices de deserción del sistema de educación superior.

Si bien, al interior de cada una de las instituciones de educación superior se han gestado, propuesto y ejecutado diferentes estrategias que visan por la mejora en los resultados de pérdida y su impacto en la deserción, se evidencia la necesidad de trabajar conjuntamente, de manera interinstitucional, en propuestas que permitan la generación de procesos de investigación que se centren en estos aspectos y que permitan transformaciones, no solo en el hacer, sino en el ser de las asignaturas de ciencias básicas, su intencionalidad de formación, evaluación por competencias, perfil del estudiante y perfil del docente como factores determinantes en la aprobación y permanencia de los futuros profesionales en el sistema de educación superior.

En este texto, editado por el Profesor Fredy R. Garay Garay, el lector encontrará una muestra de los esfuerzos individuales que hacen las universidades frente al fenómeno de la deserción; no obstante, es apenas una invitación a continuar generando procesos asertivos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas y que den cuenta de las necesidades reales en el contexto de la educación superior.

